

【公開版】

提出年月日	令和2年6月25日	R18
日本原燃株式会社		

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

第 22 条 : 重大事故等の拡大の防止等

目 次

1 章 基準適合性

1. 規則適合性

1. 1 適合のための設計方針

1. 2 有効性評価

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 MOX燃料加工施設の特徴

2. 2 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定

2. 3 重大事故等に対する対策の有効性評価

2. 3. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定

3. 1 概要

3. 2 重大事故の発生を仮定する機器の特定

3. 3 重大事故の判定

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 4. 1 臨界事故

3. 4. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果まとめ

4. (欠番)

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方

5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

5. 2 評価に当たって考慮する事項

- 5. 2. 1 安全機能を有する施設の安全機能の喪失に対する
想定
- 5. 2. 2 操作及び作業時間に対する仮定
- 5. 2. 3 環境条件の考慮
- 5. 2. 4 有効性評価の範囲
- 5. 3 有効性評価に使用する計算プログラム
- 5. 4 有効性評価における評価の条件設定の方針
 - 5. 4. 1 評価条件設定の考え方
 - 5. 4. 2 共通的な条件
- 5. 5 評価の実施
- 5. 6 評価条件の不確かさの影響評価方針
- 5. 7 重大事故等の同時発生又は連鎖
- 5. 8 必要な要員及び資源の評価方針
 - 5. 8. 1 必要な要員
 - 5. 8. 2 必要な資源
- 6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止
対策
 - 6. 1. 2 核燃料物質の回収
 - 6. 1. 3 閉じ込める機能の回復
 - 6. 1. 4 火災による閉じ込める機能の喪失の対策に必要な
要員及び資源
- 7. (欠番)
- 8. (欠番)

2章 補足説明資料

1. (補足説明資料なし)
2. (補足説明資料なし)
3. 重大事故の想定箇所の特定
4. (欠番)
5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方
6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
7. (欠番)
8. (欠番)

2章 補足説明資料

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

第22条: 重大事故等の拡大の防止等(3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-1	重大事故の起因となる機能喪失を発生させる可能性がある自然現象等の選定根拠	2/26	1	
補足説明資料3-2	自然現象に対して実施する対処について	12/26	0	
補足説明資料3-3	自然現象の発生規模と安全機能への影響の関係	2/26	1	
補足説明資料3-4	重大事故等の特定	4/23	4	選定方法を変更したため欠番。
添付資料1	MOX燃料加工施設における核燃料物質の取扱い	2/26	0	選定方法を変更したため欠番。
添付資料2	各異常事象に対する発生防止対策について	2/26	0	選定方法を変更したため欠番。
補足説明資料3-5	SCALEコードシステムの概要	2/26	4	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-6	混合機の容積制限について	2/26	4	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-7	未臨界質量の評価について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-8	未臨界質量に至る所要時間の算定について	2/26	4	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-9	水配管の破損による溢水の想定について	2/26	4	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-10	燃料棒貯蔵設備における貯蔵マガジン落下時の没水の可能性について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-11	燃料集合体貯蔵設備の没水の可能性について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-12	設計基準より厳しい条件等の同時発生	5/25	4	
補足説明資料3-13	近接原子力施設からの影響	2/26	0	
補足説明資料3-14	グローブボックス排気設備停止時におけるグローブボックスの温度評価	2/26	0	
補足説明資料3-15	安全上重要な施設の系統図	3/18	1	
補足説明資料3-16	フォールトツリー	3/18	1	
補足説明資料3-17	フォールトツリー(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	3/18	0	

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

第22条: 重大事故等の拡大の防止等(3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-18	系統図(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	3/18	0	
補足説明資料3-19	臨界の発生可能性の検討	<u>6/25</u>	<u>6</u>	
補足説明資料3-20	安全上重要な施設の選定結果	4/13	0	
補足説明資料3-21	常設重大事故等対処設備に期待する耐震裕度の根拠について	4/13	0	
補足説明資料3-22	運転管理の上限値の設定について	4/13	0	
補足説明資料3-23	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果	5/21	2	
補足説明資料3-24	水素・アルゴン混合ガスの供給方法について	<u>6/25</u>	<u>1</u>	

令和2年6月25日 R6

補足説明資料3-19 (22条)

臨界の発生可能性の検討

1. 重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件における臨界の発生可能性の検討

重大事故の発生を仮定する際の条件を想定してもMOX燃料加工施設において臨界事故の発生は想定されないことから、重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件において核燃料物質の集積を想定し、臨界の発生可能性を検討する。

外的事象として地震が発生した際に、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない機器は損傷することを想定して、臨界の発生の可能性を評価する。また、火山の影響及び全交流電源の喪失については、工程が停止することから、核燃料物質の集積はなく、臨界には至らない。

このため、重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件として、内的事象により複数の異常が同時に発生するとともに、臨界の発生起因となる異常の発生防止及び当該異常の進展防止機能について、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む）を想定することにより、臨界の発生の可能性を評価する。ただし、直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合の失敗は想定しない等の理由により更なる事象進展の可能性がない場合は、それ以上の事象進展は想定しない。

この事象進展の想定に係る詳細を第1表に、さらに補足説明を第2表に示す。

なお、臨界評価コードを用いた評価に当たっては、臨界ベンチ

マーク実験の解析により，その信頼性が確認され，MOXに対する推定臨界下限中性子実効増倍率が0.97と検証されている計算コードシステムSCALE-4のKENO-V.aコード又はKENO-V.aコードと同等であるKENO-VIコード及びENDF/B-IVライブラリを用いて解析を行い，統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が，この推定臨界下限中性子実効増倍率に裕度を見た0.95を下回る場合，臨界に至らないと判定する。

(a) 外的事象

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない設備が損傷し，MOXが集積する状況を想定し，臨界の発生可能性を検討する。

なお，臨界の成立条件には減速条件の違いが大きく関わってくることから，検討は2段階に分けて実施する。具体的には，乾式工程が維持できて減速条件に変化がない条件と地震により水配管及び堰が破損し，発生した溢水が室内に浸入して着目するMOXの減速条件及び反射条件が変化する可能性がある条件に分けて行う。

I 乾式工程が維持できて減速条件に変化がない場合

質量管理を行う単一ユニットは，運転管理の上限値以下で核燃料物質量を管理し，仮に同一室内に単一ユニットが複数存在しても，単一ユニットを構成するグローブボックスが分散配置されていることから，基準地震動を超える地震動による地震が発生し，グローブボックスの

機能が喪失した場合においても核燃料物質が一箇所に集積して未臨界質量を上回ることはなく、臨界に至ることはない。そのため本検討においては、MOXを一箇所で大量に取り扱う貯蔵施設を対象に評価を行う。

貯蔵施設は、原料粉末を受け入れてから成形、被覆、組立を経て燃料集合体とするまでの各工程間の貯蔵及び燃料集合体出荷までの貯蔵を行う施設であるが、これらの施設はピット又は棚構造であり、貯蔵される核燃料物質間は施設の構成部材で隔離されている。基準地震動を超える地震動による地震により貯蔵施設が過大に変形又は破損することを想定した場合においても、貯蔵施設の構成部材が喪失することは考えられず、核燃料物質の接近の障壁となり一箇所に集積することは考えられないことから、臨界に至ることはない。しかしながら、念のための検討として、仮想的にこれらの構成部材による間隔よりも核燃料物質が接近することを想定し臨界評価を行う。

評価対象の貯蔵施設は、以下の6施設とする。なお、スクラップ貯蔵設備、製品ペレット貯蔵設備及びペレット一時保管設備については、評価方法が同様であるため、最大貯蔵能力が最も大きいスクラップ貯蔵設備を代表として評価を行う。

- ・貯蔵容器一時保管設備
- ・原料MOX粉末缶一時保管設備
- ・粉末一時保管設備

- ・スクラップ貯蔵設備
- ・燃料棒貯蔵設備
- ・燃料集合体貯蔵設備

i. 貯蔵容器一時保管設備

貯蔵容器一時保管設備の一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器を一時保管するため4行8列のピットを配置し、32体の保管容量を有する設計である。

一時保管ピットは、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても混合酸化物貯蔵容器がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、混合酸化物貯蔵容器同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に一時保管ピットが破損して、混合酸化物貯蔵容器が落下し、集積した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

最大保管量である32体の混合酸化物貯蔵容器が全て床面に落下し、2行8列2段に近接した状態を想定して臨界解析を行う。

混合酸化物貯蔵容器の上部のフランジ部の直径は、胴部（粉末缶を収納する部分）の直径より大きくなっているため、混合酸化物貯蔵容器が落下しても全ての混合酸化物貯蔵容器の胴部が密接した状態となることはないが、ここではより厳しい評価となるように混合酸化物貯蔵容器の胴部

が密接した状態で評価する。また、貯蔵容器一時保管設備の床面は、全ての混合酸化物貯蔵容器を横にした状態で1段に並べることができるだけの面積を有するが、ここでは混合酸化物貯蔵容器が密接した状態で2段に積み重なった状態を想定する。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.825 であり、混合酸化物貯蔵容器の近接を想定しても臨界に至ることはない。

ii. 原料MOX粉末缶一時保管設備

原料MOX粉末缶一時保管設備の原料MOX粉末缶一時保管装置は、粉末缶を一時保管するため2行12列のピットを配置し、24缶の保管容量を有する設計である。

本設備で取り扱う粉末缶は、ネジ込み蓋を有することから、内包するMOX粉末が容易に飛散することはない。また円筒形状であることから、仮にピットから飛び出した場合においても複数段積み上がることはない。原料MOX粉末缶一時保管装置は、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても粉末缶がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、粉末

缶同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に原料MOX粉末缶一時保管装置が破損し、粉末缶同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

原料MOX粉末缶一時保管装置の構成部材が喪失することを仮想し、粉末缶が2行無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.883 であり、粉末缶の近接を想定しても臨界に至ることはない。

iii. 粉末一時保管設備

粉末一時保管設備の粉末一時保管装置は、容器を一時保管するため、47行2列のピットを配置し、94容器の保管容量を有する設計である。

粉末一時保管装置で取り扱う容器は全数ピットに保管され容易に飛び出す構造ではなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、容器同士が接触すること

は考えられない。さらに、粉末一時保管装置グローブボックスの高さは、パネル面から東西の壁までの距離を上回っているため、仮に設備が破損した場合においても空間的に横転することはなく、容器がピットを飛び出して内部のMOX粉末が漏えいすることはない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に粉末一時保管装置が破損し、容器同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

粉末一時保管装置の構成部材が喪失することを仮想し、粉末一時保管装置で取り扱う容器であるJ60又はJ85が2列無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステムSCALE-4のKENO-V.aコード及びENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.807であり、容器の近接を想定しても臨界に至ることはない。

iv. スクラップ貯蔵設備

スクラップ貯蔵設備のスクラップ貯蔵棚は、CS粉末、CSペレット、RS粉末又はRSペレット入りのCS・RS保

管ポットを積載した9缶バスケットを貯蔵するため、1台当たり6段7列の棚を有し、5台の貯蔵棚で210容器の貯蔵容量を有する設計である。

スクラップ貯蔵棚で取り扱う9缶バスケットは収納パレットに収納された状態で保管し、CS・RS保管ポットは落下しても容易にMOXが漏えいしないよう蓋を設ける設計とすることから、本設備の棚から落下した場合においてもMOXが密に集積することはない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮にスクラップ貯蔵棚が破損し、グローブボックス床面に隙間なく集積することを想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

スクラップ貯蔵棚から収納パレットが全数落下し、グローブボックス底面積から貯蔵棚の設置面積を除いたスペースに、直方体形状に焼結ペレットが集積した状態を想定して臨界解析を行う。

CS・RS保管ポットに貯蔵する焼結ペレットは9缶バスケットに収納され、さらに収納パレットに収納された状態で保管することから、落下した場合これらの構造部材により本来空隙が生じるが、ここではより厳しい評価となるようにMOXが隙間なく堆積するとして評価を行う。また、焼結ペレットは円筒形状であることから、最密に集積した場合でも必ず空隙が生じるが、本評価においてはより厳しい評価となるようにこれも無視する。解析モデル及び解析条件を第3表に

示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.674であり、焼結ペレットがグローブボックス床面に隙間なく集積することを想定しても臨界に至ることはない。

v. 燃料棒貯蔵設備

燃料棒貯蔵設備の燃料棒貯蔵棚は、貯蔵マガジンを保管するため、4段10行及び4段8行の2台で構成し、72基の貯蔵マガジンを貯蔵する設計である。なお平常時の寸法は、貯蔵マガジンの外寸は横方向36cm以上（実設計 \square cm）、上下方向36cm以上（実設計 \square cm）であり、燃料棒貯蔵棚では貯蔵マガジンの中心間距離は横方向75cm以上（実設計 \square cm）、上下方向70cm以上（実設計 \square cm）である。

燃料棒貯蔵棚はスライド式の蓋を備えており、貯蔵マガジンが容易に飛び出す構造ではなく、棚が破損した場合においても、燃料棒貯蔵棚の部材が障壁となり、貯蔵マガジン同士が接触することは考えられない。

\square については商業機密の観点から公開できません。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に燃料棒貯蔵棚が破損し、貯蔵マガジン同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

燃料棒貯蔵棚の構成部材が破損することを仮想し、貯蔵マガジンが4段積み重なった状態で行方向無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデルにおいて貯蔵マガジン間は、上下方向は密着した状態(36cm)とし、横方向は燃料棒貯蔵棚の構造材(厚さ□cmの支柱が地震時に破損したとしても構造材が消失するわけではないので6cm程度を期待する)を考慮して貯蔵マガジンの中心間距離を42cmとして設定する。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.948であり、貯蔵マガジンの近接を想定しても臨界に至ることはない。

□については商業機密の観点から公開できません。

vi. 燃料集合体貯蔵設備

燃料集合体貯蔵設備の燃料集合体貯蔵チャンネルは、220チャンネルを設け、1チャンネル当たりBWR燃料集合体4体又はPWR燃料集合体1体を貯蔵する設計である。

燃料集合体貯蔵チャンネルには蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても燃料集合体がチャンネルから飛び出すことはなく、チャンネルが破損した場合においても、ステンレス鋼製のガイド管及び外管が障壁となり、燃料集合体同士が接触することは考えられない。なお平常時の寸法は、燃料集合体貯蔵チャンネルの外管の外寸は東西方向 39.65cm 以上（実設計 \square cm）、南北方向 39.65cm 以上（実設計 \square cm）であり、燃料集合体貯蔵チャンネルの中心間距離は東西方向 75cm 以上（実設計 \square cm）、南北方向 75cm 以上（実設計 \square cm）である。また、燃料集合体貯蔵チャンネルは支持架台を通じて地下1階床面に、遮蔽蓋の支持架台を通じて地上1階床面に固定されているため、基準地震動を超える地震動による地震により貯蔵チャンネルの外管同士が接触するまで近接することも考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に燃料集合体貯蔵チャンネルが破損し、燃料集合体貯蔵チャンネル同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

\square については商業機密の観点から公開できません。

(i) 評価モデルの設定

燃料集合体貯蔵チャンネルの構成部材が破損することを仮想し、燃料集合体貯蔵チャンネルが南北方向に 10 個、東西方向に無限配列で近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデルにおいて燃料集合体貯蔵チャンネル間は、東西方向は密着した状態 (39.65cm) とし、南北方向は燃料集合体貯蔵チャンネルの構造材 (厚さ \square cm の外側フランジが地震時に破損したとしても構造材が消失するわけではないので 3cm 程度を期待する) を考慮して燃料集合体貯蔵チャンネルの中心間距離を 42cm として設定する。解析モデル及び解析条件を第 3 表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.949 であり、燃料集合体貯蔵チャンネルの近接を想定しても臨界に至ることはない。

\square については商業機密の観点から公開できません。

II 地震により水配管及び堰が破損した場合

本検討ではまず、燃料加工建屋内の水配管及び堰が破損し

て、溢水が発生する状況を想定し、そのとき工程室内の水位を算定する。算定した溢水水位を用い、集積したMOXと水の接触を考慮したモデルにより臨界評価を行う。

水配管は工程室から可能な限り排除する設計としていることから、溢水経路としては、発生した溢水が工程室外の階段及びエレベータシャフトを通過して下階に落水し、一旦廊下に拡散した後緩やかに工程室に浸入するものと推定され、特定の工程室の水位が過渡的に上昇することは考えられない。また、地下3階より低い場所に位置する床ドレン回収槽室は約340m³の空間体積を有し、燃料加工建屋の保有水全量を収納することができることから、地下3階の工程室に溢水が滞留することはない。

本評価の詳細については、添付資料4にて後述する。

したがって、地震により水配管及び堰が破損し溢水が発生した場合を想定してもMOXの減速条件に変化はなく、評価結果はIに包絡される。

以上の結果より基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない設備が損傷し、MOXが集積する状況を想定しても臨界に至ることはない。

(b) 内の事象

重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件として、誤搬入防止機構の機能が喪失し、核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となった場合に、核燃料物質量の逸脱が発生

する可能性があることから、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、核的制限値を超えて核燃料物質が集積する状況を想定する。

具体的には、各グローブボックスへMOXを搬送する容器のうち、1回あたりの搬送量が最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量とは、水反射体 2.5cm、球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が 0.95 以下となる質量であり、MOXの集積量が未臨界質量を超えなければ、いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判定する。

安全上重要な施設に選定している全てのグローブボックスを対象に評価を行った結果として、第4表にグローブボックス毎に未臨界質量に達するまでの時間と誤搬入に係る誤作動・誤操作回数を示す。

この結果、臨界防止機能の喪失から臨界に至る可能性のある状態に到達するまでの時間余裕が長く、その間に複数の運転員により行われる多数回の設備の状態の確認により異常を検知し、異常の進展を防止できることから、臨界事故は発生しない。

第1表 臨界防止機能に係る機能喪失の想定の方

<p>重大事故の発生を仮定する際の条件</p>	<p>重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件として、臨界の発生可能性における想定（左記に対する追加部分）</p>
<p>単一の機能を担う動的機器のみの機能喪失（多重故障）</p>	<p>臨界の発生起因となる異常の発生防止及び当該異常の進展防止機能について、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む）を想定する。</p> <p>ただし、関連性のない複数の起因事象の同時発生及び形状寸法管理を維持する機能の喪失は想定しない。</p> <p>(イ) 臨界に至ることを防止する機能が喪失した場合に想定される設備の状態において処理運転が停止又は停止させ、それ以降の処理運転の継続が困難な場合（作業環境的に不可能な場合を含む）</p> <p>(ロ) 直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合</p> <p>(ハ) 多様性を有する手段などにより複数の要員が多数回の設備・プロセスの状態を確認することで異常を検知できる場合</p> <p>(ニ) 臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失、誤操作等を必要とする場合</p> <p>(ホ) 独立した信頼性の高い運転管理及び関連する操作において複数の要員が多数回の設備の状態の確認を行うことで異常を検知できる場合</p>

1

2

上記の臨界防止機能に係る機能喪失の想定の方に係る補足説明を第2表に示す。

第2表 臨界防止機能に係る機能喪失の想定のおえ方に係る補足説明

No.	想定条件	左記の想定条件の説明及び妥当性
1	<p>「(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合」の失敗は、想定しない</p>	<p>計器（計算機や秤量器を含む）等による監視については、計器の故障（指示値のズレ等）により正しい判断がなされない可能性があるが、直接目視又は間接目視（カメラ等を介して行う運転員の目視）により設備の異常（漏えいの有無や搬送容器の数が明らかに多い等）を容易に確認できる場合は、計器の故障による判断誤りを排除できる（間接目視で使用するカメラの故障は画面の確認で判断可能）とともに、複雑な判断を要しない。また、複数の当直における運転員が確認を行うことで、同一の運転員の認識誤りを排除できる。</p> <p>このような確認を複数の要員が多数回行うことで異常を検知し、事象の進展を防止できることから当該措置の喪失（失敗）は想定しない。</p>
2	<p>「(二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失、誤操作等を必要とする場合」は、臨界に至ることを想定しない</p>	<p>臨界に至る条件に達するまでに、特定の機能を喪失した状態での操作を数十回と繰り返す必要がある場合は、複数回の状態の確認、複数の当直における運転員の関与により異常に気づくことができる。</p>

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (1 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>貯蔵容器 一時保管 設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 混合酸化物貯蔵容器 粉末缶3体を収納 ステンレス鋼 0.55cm 粉末缶 質量 15.1kg・MOX (13.3kg・(U+Pu)) Pu 富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.5% MOX密度 $1.8 \sim 4.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ アルミニウム 0.55cm 混合酸化物貯蔵容器の配列 2段×8列×2行 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>■ 混合酸化物貯蔵容器 ■ 普通コンクリート □ 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)</p> <p>ステンレス鋼 0.55 0.55 アルミニウム 18.4 混合酸化物貯蔵容器 (粉末缶1缶分)</p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 混合酸化物貯蔵容器は密閉構造であることから、溢水時においても水の浸入は想定されず、容器内部の粉末の含水率が変動することはない。また、容器内の雰囲気中水密度を $0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ とする。 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (2 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>原料MOX 粉末缶一時 保管設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 粉末缶 質量 15.1kg・MOX (13.3kg・(U+Pu)) Pu 富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.5% MOX密度 1.8~5.0×10³kg/m³ 直径 20.4cm 粉末缶の配列 1段×2行 (列方向無限) 雰囲気中水密度 0~0.001×10³kg/m³ 上下方向及び行方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>■ 粉末缶 ■ 普通コンクリート □ 雰囲気中水密度 (0~0.001×10³kg/m³)</p> <p>[単位 : cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 溢水を考慮しても粉末缶内に水が浸入することは考えられないことから、含水率が変動することはない。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より保守側となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (3 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>粉末一時 保管設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> • J 60 質量 65kg・MOX Pu 富化度 33% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 2.5% MOX密度 1.8~5.0×10³kg/m³ 外径41cm×内径19cm • J 85 質量 90kg・MOX Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 3.5% MOX密度 1.8~7.9×10³kg/m³ 外径47cm×内径13.5cm • J 60またはJ 85の配列 1段×2列 (行方向無限) • 雰囲気中水密度 0~0.001×10³kg/m³ • 上下方向及び列方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>■ J60 ■ 普通コンクリート □ 雰囲気中水密度 (0~0.001×10³kg/m³)</p> <p>[単位 : cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 溢水を考慮してもJ 60及びJ 85内に水が浸入することは考えられないことから、含水率が変動することはない。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より保守側となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル（4／6）

設備	計算モデル	モデル図	備考
スクラップ 貯蔵設備 ／ 製品ペレ ット貯蔵設備 ／ ペレット 一時保管設備	<ul style="list-style-type: none"> ・焼結ペレット Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ペレットの配列 厳しい評価となるようペレット間の空隙を無視する。 高さ 6.5cm(スクラップ貯蔵設備) ・雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・上下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>■ 焼結ペレット</p> <p>■ 普通コンクリート</p> <p>□ 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p>[単位：cm]</p> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 設備の構造及び収納物が類似していること並びに同一の階に設置されていることから、最大貯蔵能力の最も大きいスクラップ貯蔵設備で代表して評価を行う。 2) 反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (5 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>燃料棒 貯蔵設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵マガジン 添5第6表に示す貯蔵マガジンと同一形状 ただし長さ400cm 貯蔵マガジンの配列 4段×1列 (行方向無限) 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 段方向及び列方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p> 貯蔵マガジン 普通コンクリート 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$) </p> <p>1) 反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。</p> <p>[単位 : cm]</p>	

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (6 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>燃料集合体 貯蔵設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料集合体貯蔵チャンネルの貯蔵量 PWR燃料集合体1体または BWR燃料集合体4体 燃料集合体 添5第6表に示すBWR燃料集合体又は PWR燃料集合体と同一形状 燃料集合体貯蔵チャンネルの配列 1段×10行(列方向無限) 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 上下方向及び行方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>列方向</p> <p>42</p> <p>100</p> <p>750</p> <p>行方向</p> <p>100</p> <p>鏡面反射境界条件</p> <p>鏡面反射境界条件</p> <p>平面図</p> <p>鏡面反射境界条件</p> <p>鏡面反射境界条件</p> <p>100</p> <p>380</p> <p>100</p> <p>断面図</p> <p>燃料集合体貯蔵チャンネル</p> <p>普通コンクリート</p> <p>雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)</p> <p>[単位: cm]</p>	<p>1) 反射条件は反射体なしの場合より 厳しい評価となるよう核燃料物質の 周囲に水2.5cm反射とする。</p>

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
1	原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	原料MOX粉末缶取出ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末の質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×12回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×12回 ③計算機による核的制限値以下の確認×12回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×12回 ⑤運転員の搬入許可×12回	60	0	48	12	発生しない	約12時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
2	原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	原料MOX粉末秤量・分取ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末の搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×12回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×12回 ③計算機による核的制限値以下の確認×12回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×12回 ⑤運転員の搬入許可×12回	60	0	48	12	発生しない	約12時間	
3	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×33回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×33回 ③計算機による核的制限値以下の確認×33回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×33回 ⑤運転員の搬入許可×33回	165	0	132	33	発生しない	約39時間	
4	予備混合装置グローブボックス	予備混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約13時間	
5	一次混合装置グローブボックス	一次混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約22時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
6	一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	一次混合粉末秤量・分取ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末の質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約10時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
7	均一化混合装置グローブボックス	均一化混合ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末の搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×18回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×18回 ③計算機による核的制限値以下の確認×18回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×18回 ⑤運転員の搬入許可×18回	90	0	72	18	発生しない	約21時間	
8	造粒装置グローブボックス	造粒ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×16回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×16回 ③計算機による核的制限値以下の確認×16回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×16回 ⑤運転員の搬入許可×16回	80	0	64	16	発生しない	約15時間	
9	添加剤混合装置グローブボックス	添加剤混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×16回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×16回 ③計算機による核的制限値以下の確認×16回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×16回 ⑤運転員の搬入許可×16回	80	0	64	16	発生しない	約41時間	
10	原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	原料MOX分析試料採取ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×12回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×12回 ③計算機による核的制限値以下の確認×12回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×12回 ⑤運転員の搬入許可×12回	60	0	48	12	発生しない	約12時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
11	分析試料採取・詰替装置グローブボックス	分析試料採取・詰替ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末の質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可（通常時閉止），⑥誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑦運転員の搬入許可といたった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×24回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×24回 ③計算機による核的制限値以下の確認×24回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×24回 ⑤運転員の搬入許可×24回	120	0	96	24	発生しない	約43時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
12	回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	回収粉末処理・詰替ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末の搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×33回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×33回 ③計算機による核的制限値以下の確認×33回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×33回 ⑤運転員の搬入許可×33回	165	0	132	33	発生しない	約30時間	
13	回収粉末微粉碎装置グローブボックス	回収粉末微粉碎ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約22時間	
14	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	回収粉末処理・混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約17時間	
15	再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	再生スクラップ焙焼処理ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×120回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×120回 ③計算機による核的制限値以下の確認×120回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×120回 ⑤運転員の搬入許可×120回	600	0	480	120	発生しない	約151時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
16	再生スクラップ受払装置グローブボックス	再生スクラップ受払ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可×120回	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×120回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×120回 ③計算機による核的制限値以下の確認×120回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×120回 ⑤運転員の搬入許可×120回	600	0	480	120	発生しない	約151時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
17	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス プレス装置（プレス部）グローブボックス グリーンペレット積込装置グローブボックス	プレス・グリーンペレット積込ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末又はMOXペレットの搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×5回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×5回 ③計算機による核的制限値以下の確認×5回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×5回 ⑤運転員の搬入許可×5回	25	0	20	5	発生しない	約13時間	
18	空焼結ポート取扱装置グローブボックス	空焼結ポート取扱ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×43回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×43回 ③計算機による核的制限値以下の確認×43回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×43回 ⑤運転員の搬入許可×43回	215	0	172	43	発生しない	約33時間	
19	焼結ポート供給装置グローブボックス 焼結炉 焼結ポート取出装置グローブボックス	焼結炉ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×43回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×43回 ③計算機による核的制限値以下の確認×43回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×43回 ⑤運転員の搬入許可×43回	215	0	172	43	発生しない	約44時間	
20	焼結ペレット供給装置グローブボックス 研削装置グローブボックス 研削粉回収装置グローブボックス ペレット検査設備グローブボックス	ペレット研削・検査ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×79回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×79回 ③計算機による核的制限値以下の確認×79回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×79回 ⑤運転員の搬入許可×79回	395	0	316	79	発生しない	約32時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
21	小規模粉末混合グローブボックス 小規模プレス装置グローブボックス 小規模焼結処理装置グローブボックス 小規模焼結処理装置 小規模研削検査装置グローブボックス 資材保管装置グローブボックス	小規模試験ユニット	<p>【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。</p> <p>【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末又はMOXペレットの搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。</p>	<p>①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×120回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×120回 ③計算機による核的制限値以下の確認×120回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×120回 ⑤運転員の搬入許可×120回</p>	600	0	480	120	発生しない	約151時間	<p>(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当</p>

SCALEコードシステムの概要

1. SCALEコードシステムの概要

SCALEは、米国オークリッジ研究所（ORNL）で開発された公開コードシステムであり、核燃料物質、構造材等の幾何形状を入力とし、中性子の飛程を乱数を使用して確率的に計算し、各中性子が吸収されて消滅するか、体系外に漏れるまでの反応過程で発生する核分裂中性子数を計算し、これらの比から中性子実効増倍率を求めるものである。

2. MOX燃料加工施設で使用する臨界計算コード

MOX燃料加工施設の臨界安全評価では、SCALE-4コードシステムに含まれるKENO-V.aコード又はKENO-VIコード及びENDF/B-IVライブラリを用いる。KENO-VIコードは、KENO-V.aコードで入力できない幾何形状に対して使用する。また、KENO-VIコードは、KENO-V.aコードと同等であることは文献⁽¹⁾により確認されている。

3. 臨界計算コードの妥当性及び推定臨界下限中性子実効増倍率

SCALE-4コードシステムの臨界ベンチマーク評価は、以下のとおりであり、MOXに対する推定臨界下限中性子実効増倍率が0.97と検証⁽²⁾されている。

(1) PuO₂均質系

PuO₂均質系として、16ケースについて評価を行っている。
 実験の体系は、PuO₂-ポリスチレンコンパクトを用いたもので、この中には、溶液の体系も含まれている。

(2) MOX均質系

MOX均質系として、49ケースについて評価を行っている。実験の体系は、PuO₂-UO₂-ポリスチレンコンパクトを用いたもので、Pu富化度は、約8~30%のものについて実施している。

(3) MOX非均質系

MOX非均質系として、138ケースについて評価を行っている。実験の体系は、正方格子に配列した燃料棒に対し、様々な反射体を用いたものとなっている。

(4) ベンチマーク計算結果及び誤差評価

下表にPuO₂均質系、MOX均質系及びMOX非均質系の推定臨界中性子実効増倍率及び推定臨界下限中性子実効増倍率を示す。

第1表 ベンチマーク計算結果及び誤差

体系	ケース数	推定臨界 中性子実効 増倍率	推定臨界下 限中性子実 効増倍率	標準偏差
PuO ₂ 均質系	16	1.0183	0.9969	0.0065
MOX均質系	49	1.0073	0.9723	0.0136
MOX非均質系	138	1.0103	0.9971	0.0058

4. 参考文献

- (1) P. B. Fox and L. M. Petrie. Validation and Comparison of KENO-V.a and KENO-VI. Oak Ridge National Laboratory. 2002. ORNL/TM-2001/110.
- (2) 動力炉・核燃料開発事業団. MOX取扱施設臨界安全ガイドブック. 1996, PNC TN1410 96-074.

質量管理による核的制限値の管理方法

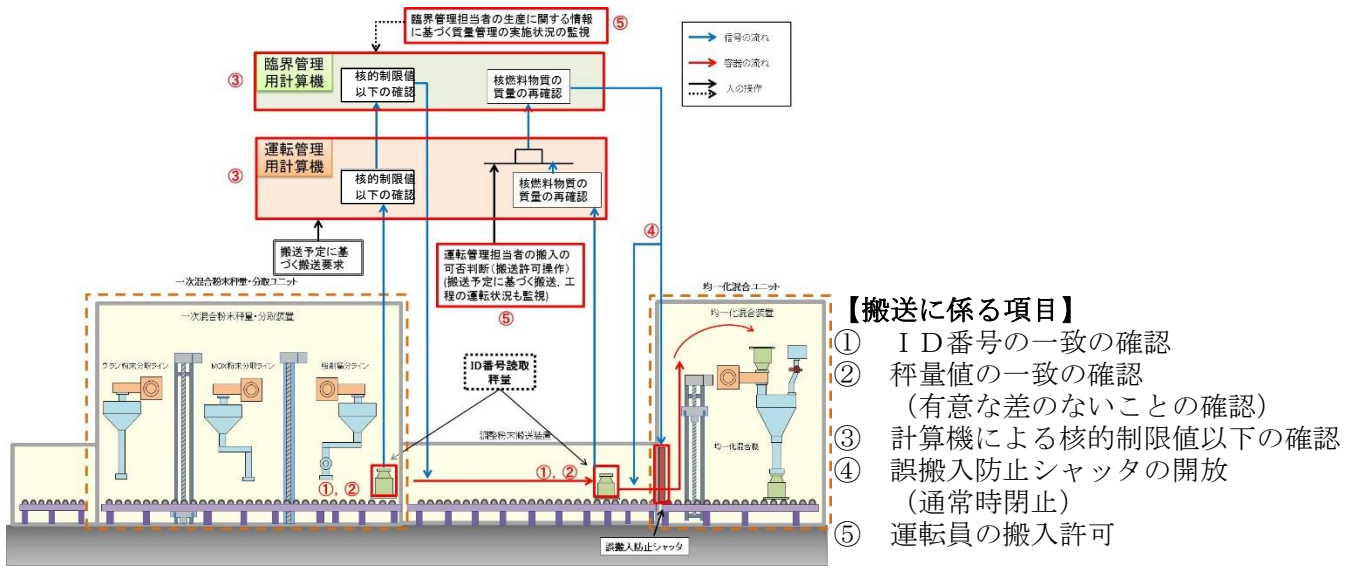
1. 質量管理による臨界防止

質量管理は、臨界管理用計算機、運転管理用計算機等を用いて行い、各単一ユニットの核燃料物質の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握することにより行う。

(1) MOX質量、Pu*質量及びPu富化度の管理方法

質量管理ユニットにおける核的制限値による管理（搬送装置による核燃料物質の誤搬入の防止）には、誤搬入防止機構を用いる。核燃料物質の搬送管理は、①ID番号読取機、②秤量器、③計算機及び④誤搬入防止シャッタ（又はストッパ）から構成される誤搬入防止機構に加えて、⑤運転員の管理で構成される。

1回の核燃料物質の搬送に対して、上記①～⑤の搬送に係る項目を全て満たさない限り、搬送先へ搬入されない設計であり、上記の搬送に係る項目が一つでも異常があれば核燃料物質は搬送されない。そのため、機器の単一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一誤操作では核的制限値を逸脱しない。

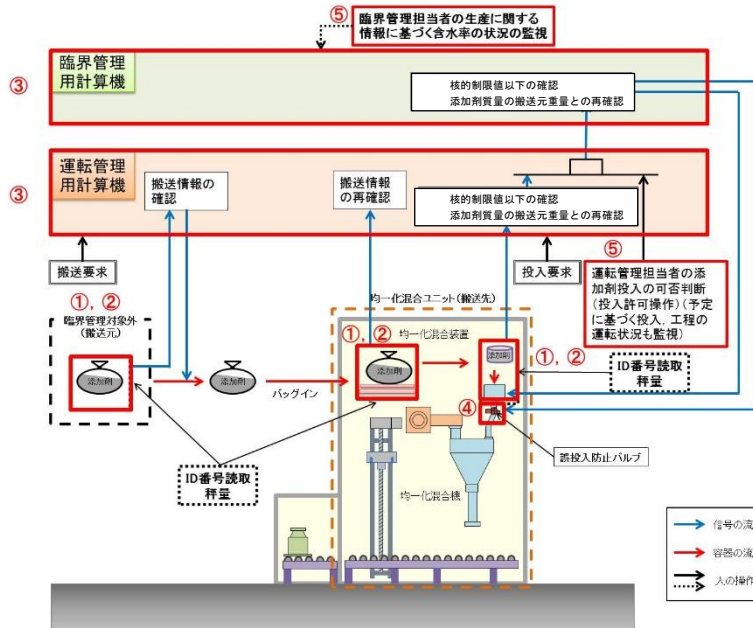


【誤搬入防止機構（例：一次混合粉末秤量・分取ユニットから均一化混合ユニットへの搬送）】

(2) 含水率の管理方法

質量管理ユニットにおける含水率の管理（添加剤の誤投入防止）には、誤投入防止機構を用いる。添加剤の搬送及び投入管理は、① ID番号読取機、②秤量器、③計算機及び④誤投入防止バルブから構成される誤投入防止機構に加えて、⑤運転員の管理で構成される。

1回の添加剤の投入に対して、上記①～⑤の投入に係る項目を全て満たさない限り、投入先へ投入されない設計であり、上記の投入に係る項目が一つでも異常があれば添加剤は投入されない。そのため、機器の単一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一誤操作では核的制限値を逸脱しない。



【投入に係る項目】

- ① ID番号の一致の確認
- ② 秤量値の一致の確認
(有意な差のないことの確認)
- ③ 計算機による核的制限値以下の確認
- ④ 誤投入防止バルブの開放
(通常時閉止)
- ⑤ 運転員の投入許可

【誤投入防止機構 (例：均一化混合機への投入)】

臨界に係る検討対象事象の特定

「基本方針」

起回事象名	重大事故の発生を仮定する際の条件	基本方針
内的	動的機器の機能喪失 又は誤操作	<p>臨界の発生起因となる異常の発生防止及び当該異常の進展防止機能について、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む）を想定する。</p> <p>ただし、関連性のない複数の起回事象の同時発生及び形状寸法管理を維持する機能の喪失は想定しない。</p> <p>(イ) 臨界に至ることを防止する機能が喪失した場合に想定される設備の状態において処理運転が停止又は停止させ、それ以降の処理運転の継続が困難な場合（作業環境的に不可能な場合を含む）</p> <p>(ロ) 直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合</p> <p>(ハ) 多様性を有する手段などにより複数の要員が多数回の設備・プロセスの状態を確認することで異常を検知できる場合</p> <p>(ニ) 臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合</p> <p>(ホ) 独立した信頼性の高い運転管理及び関連する操作において複数の要員が多数回の設備の状態の確認を行うことで異常を検知できる場合</p>

<p>外的</p>	<p>基準地震動を超える地震動の地震</p>	<p>基準地震動を超える地震動の地震の発生に伴う全交流電源の喪失による動的機器の機能喪失を想定する。核燃料物質の搬送に使用する電源は、一般系の電源であり、安全上重要な施設である非常用所内電源系統に比べて耐震性が低く、非常用所内電源系統が喪失するような状況においては、一般系の電力供給は喪失し処理運転が停止することが考えられるが、一部の設備で電力供給が継続される可能性があることから、強い地震を検知した場合には工程停止の処置を講じることにより核燃料物質の搬送は停止する。</p> <p>また、以下の設計により機能維持が期待できる場合は臨界に至ることを想定しない。</p> <p>(1) 基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計の場合。該当するグローブボックス内の平常運転時のMOX取扱量が未臨界質量を下回るため、臨界に至ることはない。</p>
-----------	------------------------	--

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 原料MOX粉末缶取出設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	原料MOX粉末缶取出ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり，MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し，同工程室には回収粉末微粉碎装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し，これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合，MOX粉末は広い範囲に飛散し，一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから，臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 一次混合設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	原料MOX粉末秤量・分取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第2室及び粉末調整第3室に設置し、粉末調整第2室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを、粉末調整第3室にはウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第3室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
予備混合装置グローブボックス	予備混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であること</p>

グローブボックス名 称	ユニット名称	想定結果
		<p>から、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：予備混合装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはない、臨界に至ることはない。</p>
一次混合装置グローブボックス	一次混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：一次混合装置グローブボックスは粉末調整第6室及び粉末調整第7室に設置し、粉末調整第6室には回収粉末処理・詰替装置グローブボックスを、粉末調整第7室には回収粉末処理・混合装置グローブボックス設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 二次混合設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	一次混合粉末秤量・分取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：一次混合粉末秤量・分取グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には分析資料採取・詰替グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
均一化混合装置グローブボックス	均一化混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：均一化混合装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には造粒装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはなく、臨界に至ることはない。</p>
造粒装置グローブボックス	造粒ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：造粒装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には均一化混合装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これ</p>

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
		らのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはない、臨界に至ることはない。
添加剤混合装置グローブボックス	添加剤混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：添加剤混合装置グローブボックスはペレット加工第1室に設置し、同工程室にはプレス・グリーンペレット積込装置グローブボックス、空焼結ポート取扱装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはない、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 分析試料採取設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	原料MOX分析試料採取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり，MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：原料MOX分析試料採取装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し，同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し，これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合，MOX粉末は広い範囲に飛散し，一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから，臨界に至ることはない。</p>
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	分析試料採取・詰替ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり，MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：分析試料採取・詰替装置グローブボックスは粉末調整第4室に設置し，同工程室には一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し，これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合，MOX粉末は広い範囲に飛散し，一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから，臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 スクラップ処理設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	回収粉末処理・詰替ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：回収粉末処理・詰替装置グローブボックスは粉末調整第6室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
回収粉末微粉碎装置グローブボックス	回収粉末微粉碎ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：回収粉末微粉碎装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し、同工程室には原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	回収粉末処理・混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：回収粉末処理・混合装置グローブボックスは粉末調整第7室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。</p>

グローブボックス名 称	ユニット名称	想定結果
		<p>基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはない、臨界に至ることはない。</p>
再生スクラップ焙焼 処理装置グローブボ ックス	再生スクラップ焙焼 処理ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ受払装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
再生スクラップ受払 装置グローブボッ クス	再生スクラップ受払 ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：再生スクラップ受払装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 圧縮成形設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	プレス・グリーンペレット積込ユニット	<p>内的：プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス，プレス装置（プレス部）グローブボックス，グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計であるプレス装置（プレス部）グローブボックス以外のグローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
プレス装置（プレス部）グローブボックス		
グリーンペレット積込装置グローブボックス		
空焼結ボート取扱装置グローブボックス	空焼結ボート取扱ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 焼結設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
焼結ボート供給装置 グローブボックス	焼結炉ユニット	<p>内的：焼結ボート供給装置グローブボックス，焼結炉，焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックス等を設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックス等が機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
焼結炉		
焼結ボート取出装置 グローブボックス		

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 研削設備及びペレット検査設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
焼結ペレット供給装置グローブボックス	ペレット研削・検査ユニット	<p>内的：焼結ペレット供給装置グローブボックス，研削装置グローブボックス，研削粉回収装置グローブボックス，ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
研削装置グローブボックス		
研削粉回収装置グローブボックス		
ペレット検査設備グローブボックス		

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 圧縮成形設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
小規模粉末混合グローブボックス	小規模試験ユニット	<p>内的：小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
小規模プレス装置グローブボックス		
小規模焼結処理装置グローブボックス		
小規模焼結処理装置		
小規模研削検査装置グローブボックス		
資材保管装置グローブボックス		

原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：原料MOX粉末缶取出装置は、混合酸化物貯蔵容器からの粉末缶の取出し、混合酸化物貯蔵容器への粉末缶の収納及び粉末缶の一時保管を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し、同工程室には回収粉末微粉碎装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに60回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第1室に設定する原料MOX粉末缶取出ユニットの運転管理の上限値は50kg・MOX、回収粉末微粉砕ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：原料MOX粉末秤量・分取装置は、原料MOX粉末を秤量及び分取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第2室及び粉末調整第3室に設置し、粉末調整第2室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを、粉末調整第3室にはウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに60回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第2室に設定する原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOX、原料MOX分析試料採取ユニットの運転管理の上限値は32kg・MOX、予備混合ユニットの運転管理の上限値は87kg・MOXである。また、粉末調整第2室に設定する原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOX、ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置は、原料ウラン粉末又は回収粉末を各々、秤量及び分取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第3室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬

入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに165回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第3室に設定するウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOX、原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一箇所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

予備混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：予備混合装置は、各々、秤量及び分取した原料MOX粉末、原料ウラン粉末又は回収粉末に添加剤を加えて混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：予備混合装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはなく、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬

入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第2室に設置する予備混合ユニットの運転管理の上限値は87kg・MOX、原料MOX分析試料採取ユニットの運転管理の上限値は32kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、単一ユニットのグローブボックスが破損することはない、MOX粉末がグローブボックス外に漏えいすることがないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

一次混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：一次混合装置は、予備混合した粉末をウラン合金ボールを用いて微粉碎混合を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：一次混合装置グローブボックスは粉末調整第6室及び粉末調整第7室に設置し、粉末調整第6室には回収粉末処理・詰替装置グローブボックスを、粉末調整第7室には回収粉末処理・混合装置グローブボックス設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一箇所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬

入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第6室に設定する一次混合ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOX、回収粉末処理・詰替ユニットの運転管理の上限値は247kg・MOXである。また、粉末調整第7室に設定する一次混合ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOX、回収粉末処理・混合ユニットの運転管理の上限値は186kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：一次混合粉末秤量・分取装置は、一次混合した粉末の強制篩分、強制篩分した粉末の秤量及び分取並びに原料ウラン粉末の秤量及び分取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：一次混合粉末秤量・分取グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には分析資料採取・詰替グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第4室に設定する一次混合粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOX、分析試料採取・詰替ユニットの運転管理の上限値は213kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

均一化混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：均一化混合装置は、一次混合後に強制篩分した粉末、強制篩分した回収粉末、原料ウラン粉末又は添加剤を混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：均一化混合装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には造粒装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはない、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに90回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第5室に設置する均一化混合ユニットの運転管理の上限値は311kg・MOX、造粒ユニットの運転管理の上限値は128kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、単一ユニットのグローブボックスが破損することはなく、MOX粉末がグローブボックス外に漏えいすることがないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

造粒装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：造粒装置は、均一化混合した粉末を粗成形及び解砕する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：造粒装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には均一化混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはなく、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超過して臨界に至るまでに80回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外と

する。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第5室に設置する造粒ユニットの運転管理の上限値は128kg・MOX、均一化混合ユニットの運転管理の上限値は311kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、単一ユニットのグローブボックスが破損することはなく、MOX粉末がグローブボックス外に漏えいすることがないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

添加剤混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：添加剤混合装置は、均一化混合した粉末に添加剤を加えて混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：添加剤混合装置グローブボックスはペレット加工第1室に設置し、同工程室にはプレス・グリーンペレット積込装置グローブボックス、空焼結ボート取扱装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはなく、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに80回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、ペレット加工第1室に設置する添加剤混合ユニットの運転管理の上限値は208kg・MOX、プレス・グリーンペレット積込ユニットの運転管理の上限値は246kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、単一ユニットのグローブボックスが破損することはない、MOX粉末がグローブボックス外に漏えいすることがないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

原料MOX分析試料採取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：原料MOX分析試料採取装置は、原料MOX粉末の分析試料を採取して核燃料物質の検査設備の分析設備に払い出す。また、燃料製造条件の調整を目的とする燃料製造工程を模擬した少量試作試験（以下、「小規模試験」という。）用の分析試料の採取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：原料MOX分析試料採取装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに60回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第2室に設定する原料MOX分析試料採取ユニットの運転管理の上限値は32kg・MOX、原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOX、予備混合ユニットの運転管理の上限値は87kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

分析試料採取・詰替装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：分析試料採取・詰替装置は、原料MOX粉末以外の粉末の分析試料を採取して核燃料物質の検査設備の分析設備に払い出す。また、各装置のグローブボックスより回収されたCS粉末の容器への詰め替えを行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：分析試料採取・詰替装置グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに120回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第4室に設定する分析試料採取・詰替ユニットの運転管理の上限値は213kg・MOX、一次混合粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

回収粉末処理・詰替装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：回収粉末処理・詰替装置は、回収した粉末、ペレット等の粗粉碎処理又は回収粉末の詰替えを行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：回収粉末処理・詰替装置グローブボックスは粉末調整第6室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに165回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第6室に設定する回収粉末処理・詰替ユニットの運転管理の上限値は247kg・MOX、一次混合ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

回収粉末微粉碎装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：回収粉末微粉碎装置は、回収粉末の粗粉碎粉末又は予備混合粉末を、ウラン合金ボールを用いて、微粉碎混合を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：回収粉末微粉碎装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し、同工程室には原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第1室に設定する回収粉末微粉碎ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOX、原料MOX粉末缶取出ユニットの運転管理の上限値は50kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

回収粉末処理・混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：回収粉末処理・混合装置は、各装置から回収されたCS粉末に添加剤を加えて混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：回収粉末処理・混合装置グローブボックスは粉末調整第7室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは機能維持できる設計とすることからグローブボックスが破損することはなく、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超過して臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外と

する。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第5室に設置する均一化混合ユニットの運転管理の上限値は311kg・MOX、造粒ユニットの運転管理の上限値は128kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合においても、これらのグローブボックスは基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、単一ユニットのグローブボックスが破損することはない、MOX粉末がグローブボックス外に漏えいすることがないことから、臨界に至ることはない。

再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：再生スクラップ焙焼処理装置は、各工程から回収したスクラップの焙焼処理、焙焼した粉末の解砕及び磁気分離による不純物の除去を行い、焙焼処理した粉末に原料ウラン粉末及び添加剤を加えて混合を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ受払装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに600回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、スクラップ処理室に設定する再生スクラップ焙焼処理ユニットの運転管理の上限値は38kg・MOX、再生スクラップ受払ユニットの運転管理の上限値は63kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

再生スクラップ受払装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：再生スクラップ受払装置は、各工程から回収したスクラップの受払い及び一時保管を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：再生スクラップ受払装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに600回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、スクラップ処理室に設定する再生スクラップ受払ユニットの運転管理の上限値は63kg・MOX、再生スクラップ焙焼処理ユニットの運転管理の上限値は38kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス
プレス装置（プレス部）グローブボックス
グリーンペレット積込装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス，プレス装置（プレス部）グローブボックス，グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計であるプレス装置（プレス部）グローブボックス以外のグローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス，プレス装置（プレス部）グローブボックス，グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・

グリーンペレット積込ユニットへのMOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。

プレス・グリーンペレット積込ユニットの取扱形態であるペレット－1の未臨界質量である450kg・MOXを超えるまでには、約13時間かかる。

MOX粉末又はMOXペレットの搬入に当たっては、別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して、①搬送容器のID番号の確認、②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認）、③計算機による核的制限値以下の確認、④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）、⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り、搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに25回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス、プレス装置（プレス部）グローブボックス、グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニット内で平常運転時に取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は、245kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、3ユニットが配置されるが、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計であるプレス装置（プレス部）グローブボックス以外のグローブボックスが機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

空焼結ボート取扱装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定する。

ユニット内のMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

空焼結ボート取扱ユニットへのMOXペレットの過剰搬入を想定する。

空焼結ボート取扱ユニットの取扱形態であるペレット1の未臨界質量である450kg・MOXを超えるまでには，約35時間かかる。

MOXペレットの搬入に当たっては，別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに215回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

空焼結ボート取扱ユニット内で平常運転時に取り扱うMOXペレットの質量は、36kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、3ユニットが配置されるが、グローブボックスが機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

焼結ボート供給装置グローブボックス

焼結炉

焼結ボート取出装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：焼結ボート供給装置グローブボックス，焼結炉，焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックス等を設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックス等が機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

焼結ボート供給装置グローブボックス，焼結炉，焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニットへのMOXペレットの過剰搬入を想定する。

焼結炉ユニットの取扱形態であるペレット-1及びペレット-2の未臨界質量のうち，小さい方であるペレット-1の未臨界質量である450kg・MOXを超えるまでには，約46時間かかる。

MOXペレットの搬入に当たっては、別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して、①搬送容器のID番号の確認、②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認）、③計算機による核的制限値以下の確認、④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）、⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り、搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに215回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

焼結ボート供給装置グローブボックス、焼結炉、焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニット内で平常運転時に取り扱うMOXペレットの質量は、411kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、3ユニットが配置されるが、グローブボックス等が機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス等内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

焼結ペレット供給装置グローブボックス
研削装置グローブボックス
研削粉回収装置グローブボックス
ペレット検査設備グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：焼結ペレット供給装置グローブボックス，研削装置グローブボックス，研削粉回収装置グローブボックス，ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

焼結ペレット供給装置グローブボックス，研削装置グローブボックス，研削粉回収装置グローブボックス，ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニットへのMOXペレットの過剰搬入を想定する。

ペレット研削・検査ユニットの取扱形態であるペレット－2の未臨界質量である850kg・MOXを超えるまでには、約34時間かかる。

MOXペレットの搬入に当たっては、別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して、①搬送容器のID番号の確認、②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認）、③計算機による核的制限値以下の確認、④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）、⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り、搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに395回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

焼結ペレット供給装置グローブボックス、研削装置グローブボックス、研削粉回収装置グローブボックス、ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニット内で平常運転時に取り扱うMOXペレットの質量は、301kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、2ユニットが配置されるが、グローブボックスが機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

小規模粉末混合グローブボックス
小規模プレス装置グローブボックス
小規模焼結処理装置グローブボックス
小規模焼結処理装置
小規模研削検査装置グローブボックス
資材保管装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニットへのMOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。

小規模試験ユニットの取扱形態であるペレット－3の未臨界質量である380kg・MOXを超えるまでには，約160時間かかる。

MOX粉末又はMOXペレットの搬入に当たっては，別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって，未臨界質量を超えて臨界に至るまでに600回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニット内で平常運転時に取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は，103kg・MOX以下であり，地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また，当該単一ユニットが設置される室には，3ユニットが配置されるが，基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計であるプレス装置（プレス部）グローブボックス以外のグローブボックスが機能喪失したと

しても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

MOX燃料加工施設の臨界安全性について

目次

1. はじめに	補-3-19-添 4-2
2. MOX燃料加工施設の臨界安全管理の特徴	補-3-19-添 4-2
3. 検討単位の整理	補-3-19-添 4-2
4. 過酷状態の想定	補-3-19-添 4-4
5. 外的事象により臨界事故が発生するか否かの検討	補-3-19-添 4-6
5.2.1 分類1に係る説明	補-3-19-添 4-7
5.2.2 分類2に係る説明	補-3-19-添 4-15
5.2.3 分類3に係る説明	補-3-19-添 4-21
5.2.4 分類4に係る説明	補-3-19-添 4-28
5.2.5 分類5に係る説明	補-3-19-添 4-34
5.2.6 分類6に係る説明	補-3-19-添 4-36
5.2.7 分類7に係る説明	補-3-19-添 4-44
6. 燃料加工建屋での溢水発生源及び溢水水位について	補-3-19-添 4-49
6.1 燃料加工建屋における溢水源について	補-3-19-添 4-49
6.2 燃料加工建屋における溢水の滞留時の影響について	補-3-19-添 4-50
7. 設計等における担保事項	補-3-19-添 4-54
8. 結論	補-3-19-添 4-55
9. 臨界計算に係るモデル図及び計算結果	補-3-19-添 4-56
9.1 共通的な条件	補-3-19-添 4-56
9.2 臨界計算モデル及び計算結果	補-3-19-添 4-57

1. はじめに

本資料は、MOX燃料加工施設における臨界安全に関する評価を取りまとめることにより、重大事故等の想定における条件はもとより、重大事故等の想定を超える厳しい条件を適用した場合でも臨界事故が発生しないことを示すものである。

2. MOX燃料加工施設の臨界安全管理の特徴

MOX燃料加工施設においては、核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、臨界防止に係る管理として、質量管理及び形状寸法管理を採用している。

一方で、大規模損壊時の想定に見られるように、平常運転時から核燃料物質を内包する機器の形状や環境条件が大きく変化した状態を考えると、平常時のそれらの管理が損なわれることも予想される。

特に、質量管理に係る核的制限値は、MOX燃料加工施設が乾式プロセスであり、取り扱われる核燃料物質に含まれる水分を適切に管理することを前提として設定していることから、万一、核燃料物質と水とが接触し、減速比及び反射条件が変化した場合には、核的制限値の設定条件を逸脱し、臨界安全に影響を及ぼすこととなる。

MOX燃料加工施設は、非密封の核燃料物質はグローブボックスで取り扱われ、密封された核燃料物質は容器等に封入して取り扱われる。

3. 検討単位の整理

MOX燃料加工施設の臨界管理対象の機器は、核燃料物質の取り扱い形態及び保管形態に基づき、次表に示す7つに大別できる。

臨界事故への進展の可能性の判断基準である実効増倍率は、これらの核燃料物

質の形態に依存することから、検討においてはこれらの分類ごとに発生の可能性を検討する。

表：検討単位の整理表

分類	性状	取扱形態	臨界管理手法	主要な機器 ^{※1}
1	粉末	容器	形状寸法管理 又は 質量管理	混合酸化物貯蔵容器 粉末缶 J60 J85
2	粉末	貯蔵庫	形状寸法管理 (複数ユニット)	一時保管ピット 原料MOX粉末缶一時保管装置 粉末一時保管装置
3	粉末	混合機などの機器 (GB内)	質量管理	予備混合機 一次混合機 均一化混合機 添加剤混合機 回収粉末混合機 ホッパ
4	ペレット	容器及び機器 (GB内) 焼結炉 ^{※2}	質量管理	焼結ボート ペレット保管容器 プレス装置 焼結炉 研削装置 スタック編成装置
5	ペレット	貯蔵庫	形状寸法管理 (複数ユニット)	ペレット一時保管棚 スクラップ貯蔵棚 製品ペレット貯蔵棚
6	燃料棒及び 燃料集合体	機器	形状寸法管理	ヘリウムリーク検査装置 X線検査装置 燃料集合体第1検査装置 燃料集合体第2検査装置 組立クレーン
7	燃料棒及び 燃料集合体	貯蔵庫	形状寸法管理 (複数ユニット)	燃料棒貯蔵棚 燃料集合体貯蔵設備

※1 貯蔵庫関係（分類2，5，7）は全ての装置名称を挙げた。プロセス機器（分類1，3，4，6）は代表的な機器を挙げた。

※2 粉末を取り扱う機器の大部分は臨界管理単位がグローブボックスであるが、

焼結炉については、自機器が質量管理対象である。

4. 過酷状態の想定

過酷状態として以下の内の事象による状態変化と外的事象による状態変化を考
える。

4.1 内の事象による核燃料物質の異常な集積

内の事象による核燃料物質の異常な集積については、本資料の別項にて取りま
とめたとおり、臨界事故が発生するまでの障壁の数が多く、また、時間余裕も長
いから臨界にならない。

4.2 外的事象による核燃料物質の異常な集積等

外的事象の前提として、最も条件が厳しくなる条件である地震の発生を想定す
る。

4.2.1 形状寸法管理からの逸脱

基準地震動を超える地震力が作用した場合には、形状寸法管理として設定して
いる核的制限値（寸法）が変化する可能性があり、さらに厳しい条件として基準
地震動の1.2倍を超える地震力が作用した場合には機器のみならず建屋についても
一定程度損傷することにより、核的制限値（寸法）が維持できなくなる可能性が
ある。

基準地震動を超える地震力が作用した場合の臨界発生の可能性については、本
資料の別項にて取りまとめたとおり、臨界事故に進展することはないことから、
本書では、基準地震動の1.2倍を超える地震力が作用した場合の臨界事故への進展
について検討する。

4.2.2 質量管理の前提としている核的制限値への影響

質量管理における核的制限値（質量）を設定するうえで関連する因子は以下のとおりである。

- a. 核燃料物質中の水の存在（減速比）
- b. 核燃料物質の周囲の水の存在（反射条件）
- c. Pu 富化度
- d. 核分裂性 Pu 及び U 割合

上記因子のうち、c. 及び d. はプロセスにおける核燃料物質の希釈又は混合以外に変化を伴わず、地震によってその値が変化するものではない。

一方、a. 及び b. については、通常存在しない水が外部から侵入してくることでより変化し、その変化は外的事象により水配管等の損傷が生じた場合に想定される。なお、内的事象による水の侵入については設計基準において施設している堰により核燃料物質との接触が防止されるため、考慮しない。

上記より、地震によって、a. 及び b. が変化することを想定する。

5. 外的事象により臨界事故が発生するか否かの検討

5.1 概略

前記した分類ごとに、臨界事故の発生の有無について以下に結論を概略する。

分類	取り扱い 形態	保管 形態	形状維持 水変化あり	形状損傷 水変化なし	形状損傷 水変化あり
1	粉末	容器	○	○	○
2	粉末	貯蔵 庫	○	○	○
3	粉末	混合 機	△ (浸水防護)	○	△ (浸水防護)
4	ペレット	容器 及び 機器	○	○	○
5	ペレット	貯蔵 庫	○	○	○
6	燃料棒及 び燃料集 合体	機器	○	○	○
7	燃料棒及 び燃料集 合体	貯蔵 庫	○	○	○

凡例

○：臨界事故の発生の可能性が考えられない

△：臨界事故の発生の可能性を否定できないが、対処により臨界事故の発生の可能性を否定できる。

上記のとおり、4. で示したとおり過酷な状態を想定した場合、一部の機器において臨界計算結果が未臨界判断基準（実効増倍率 ≤ 0.95 ）を超過するが、設計等の一部見直しにより、過酷な状態においても未臨界を維持できることから、臨界事故の発生は考えられない。

5.2 分類ごとの説明

5.2.1 分類1に係る説明

分類1に該当する設備においては、原料MOX粉末（プルトニウム富化度 60%以下）、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、均一化混合した粉末、添加剤混合した粉末及び回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を取り扱う。

本設備は、核燃料物質を収納する容器であるため、その種類ごとに説明する。

a. 混合酸化物貯蔵容器

混合酸化物貯蔵容器は再処理施設からMOX燃料加工施設に原料MOX粉末を搬送する際に使用し、混合酸化物貯蔵容器内には粉末缶（3缶）が内包される。混合酸化物貯蔵容器の最大収容量は $40\text{kg}\cdot(\text{U}+\text{Pu})$ である。（MOX量に換算すると約 $45\text{kg}\cdot\text{MOX}$ ）

また、混合酸化物貯蔵容器は蓋をボルトにより固定しているとともに、各種つり上げ高さからの落下試験により、その構造が頑健であることを確認している。

臨界管理においては、単一の貯蔵容器において未臨界が維持できることはもとより、貯蔵庫において複数の混合酸化物貯蔵容器が保管されている場合においても未臨界が維持できることを確認している。

混合酸化物貯蔵容器の外形図を図 5.2.1-1 図に示す。

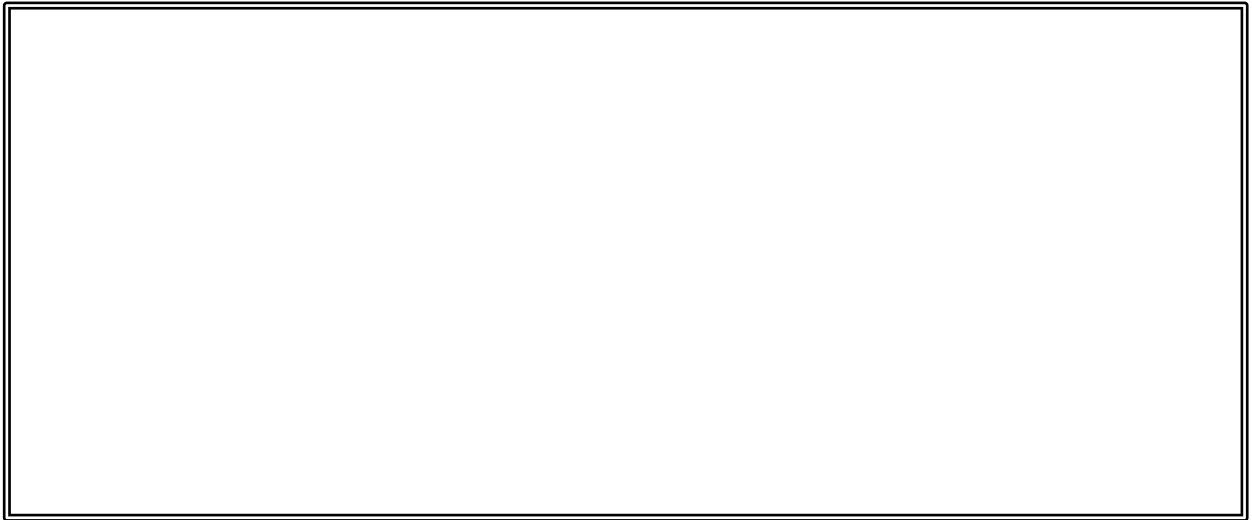



図 5.2.1-1 図 混合酸化物貯蔵容器（ピット収納状態）

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

混合酸化物貯蔵容器は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

混合酸化物貯蔵容器内に存在する核燃料物質量は未臨界質量（170kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質が漏えいしても未臨界が維持できる。

また、混合酸化物貯蔵容器は 1 体ずつ取り扱うことから、複数の容器から漏えいした核燃料物質が集積することは考えられない。

そのため、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化し

た場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、混合酸化物貯蔵容器は頑健な構造であることに加え、仮に貯蔵容器に水が浸入したことを想定し、さらに粉末缶内部に水が侵入した場合においても未臨界が維持できる。

b. 粉末缶

粉末缶には、再処理施設にて原料MOX粉末が充填され、この粉末缶を3缶収納した混合酸化物貯蔵容器の形態で再処理施設からMOX燃料加工施設に搬送される。粉末缶はネジ込み蓋を有することから、内包するMOX粉末が容易に飛散することはない。粉末缶の最大収容量は $13.3\text{kg}\cdot(\text{U}+\text{Pu})$ である。(MOX量に換算すると約 $15\text{kg}\cdot\text{MOX}$)

臨界管理においては、粉末缶と内包するMOX粉末を取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

粉末缶の外形図を図 5.2.1-2 図に示す。

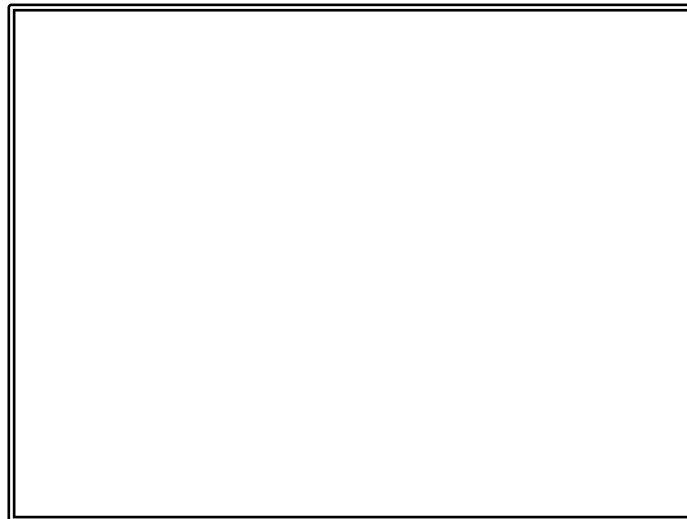
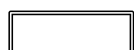


図 5.2.1-2 図 粉末缶 (ピット収納状態)

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

粉末缶は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ粉末缶内に水の侵入があった場合でも未臨界が維持されることを確認している。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

粉末缶に存在する核燃料物質量は未臨界質量（170kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、粉末缶に内包するMOX粉末が漏えいし、水の流入による影響を受けた場合においても、取扱量が小さいため未臨界が維持できる。

c. J60

J60 は、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、回収粉末（プルトニウム富化度 18%以下）を収納する容器であり、粉末一時保管装置で一時保管される単位であるとともに、質量管理ユニット間の搬送容器の役割も果たす。J60 の最大収容量は 65kg・MOX である。

臨界管理においては、J60 と内包するMOX粉末を取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

J60 の外形図を図 5.2.1-3 に示す。

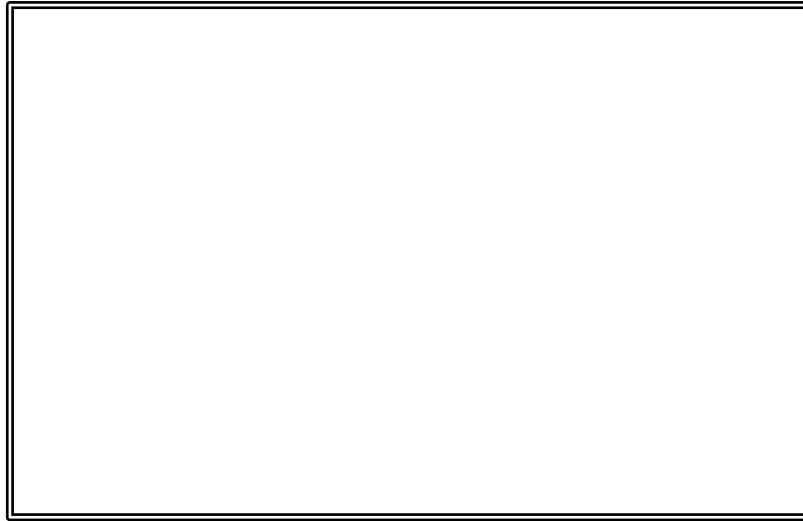
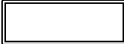


図 5.2.1-3 J60 外形図

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

J60 は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ J60 内に水の侵入があった場合でも未臨界が維持されることを確認している。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

J60 に内包する核燃料物質量は未臨界質量（470kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

形状損傷時においてMOX粉末が漏えいするケースとしては、J60 が機器又は搬送コンベアから外れ、転倒することで内部の粉末が漏えいすることが想定される。

ただし、J60 を取り扱うグローブボックスの床面積を包絡できる面積として、床

面積が 1m^2 のグローブボックス内に漏えいし、均一に堆積した場合の高さは約 3.1cm であり、プルトニウム富化度 33%以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 6cm に対し余裕があるので未臨界が維持できる。なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。

ここで、 1m^2 の範囲に粉末が漏えいするとした設定については、漏えいが発生する状況として、大規模地震を考えていることから、床面にMOX粉末が静かに流出する状況は考え難く、また、容器下部には容器を保持する機構や容器を移動する機構が存在し、粉末は一か所に偏らず、分散すると予想される。また、仮にグローブボックス内に水が浸入し堆積した粉末が濡れた場合には、粉末の流動性が高まるため、平板状に近づくことが予想されることから、実現象を踏まえた設定となっている。

d. J85

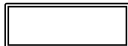
J85 は、均一化混合した粉末、添加剤混合した粉末、回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を収納する容器であり、粉末一時保管装置で一時保管される単位であるとともに、質量管理ユニット間の搬送容器の役割も果たす。J85 の最大収容量は $90\text{kg}\cdot\text{MOX}$ である。

臨界管理においては、J85 と内包するMOX粉末を取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

J85 の外形図を図 5.2.1-4 に示す。



図 5.2.1-4 J85 外形図

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

J85 は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ J85 内に水の侵入があった場合でも未臨界が維持されることを確認している。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

J85 に存在する核燃料物質量は未臨界質量（430kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

形状損傷時においてMOX粉末が漏えいするケースとしては、J85 が機器又は搬送コンベアから外れ、転倒することで内部の粉末が漏えいすることが想定される。

ただし、J85 を取り扱うグローブボックスの床面積を包絡できる面積として、床面積が 1m^2 のグローブボックス内に漏えいし、均一に堆積した場合の高さは約 4.3cm であり、プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 7cm に対し余裕があるので未臨界が維持できる。なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。

ここで、 1m^2 の範囲に粉末が漏えいするとした設定については、漏えいが発生する状況として、大規模地震を考えていることから、床面にMOX粉末が静かに流出する状況は考え難く、また、容器下部には容器を保持する機構や容器を移動する機構が存在し、粉末は一か所に偏らず、分散すると予想される。また、仮にグローブボックス内に水が浸入し堆積した粉末が濡れた場合には、粉末の流動性が高まるため、平板状に近づくことが予想されることから、実現象を踏まえた設定となっている。

5.2.2 分類2に係る説明

分類2に該当する設備においては、原料MOX粉末（プルトニウム富化度 60%以下）、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、均一化混合した粉末及び回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を取り扱う。

本設備は、核燃料物質を収納した容器をピット構造で静置した状態で保管する設備であり、その設備ごとに説明する。

a. 一時保管ピット（貯蔵単位＝混合酸化物貯蔵容器）

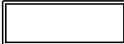
一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器を保管するため、4行8列のピットを配置し、32基の保管容量を有する。

臨界管理においては、貯蔵単位の配列（4行×8列）が核的に安全な配置となるよう単一ユニット相互間の距離を維持することにより臨界を防止する。また、一時保管ピットは基準地震動 S_s による地震力に対して過大な変形が生じないように設計する。

一時保管ピットの外形図を図 5.2.2-1 に示す。



図 5.2.2-1 一時保管ピットの外形図

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

一時保管ピットは、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器をピット内に立て、各ピットの上端部には蓋を設けているため、鉛直方向の加速度を受けても混合酸化物貯蔵容器がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの構造材が障壁となり、混合酸化物貯蔵容器同士が接触することは考えられない。そのため、設計基準よりも厳しい条件を想定しえず、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、一時保管ピットは頑健な構造であることから、本想定は 1) の条件を超えず、未臨界が維持できる。

b. 原料MOX粉末缶一時保管装置（貯蔵単位＝粉末缶）

原料MOX粉末缶一時保管装置は、粉末缶を保管するため、2行12列のピットを配置し、24缶の保管容量を有する。

臨界管理においては、貯蔵単位の配列（2行×12列）が核的に安全な配置となるよう単一ユニット相互間の距離を維持することにより臨界を防止する。また、原料MOX粉末缶一時保管装置は基準地震動 S_s による地震力に対して過大な変形が生じないように設計する。

原料MOX粉末缶一時保管装置の外形図を図 5.2.2-2 に示す。

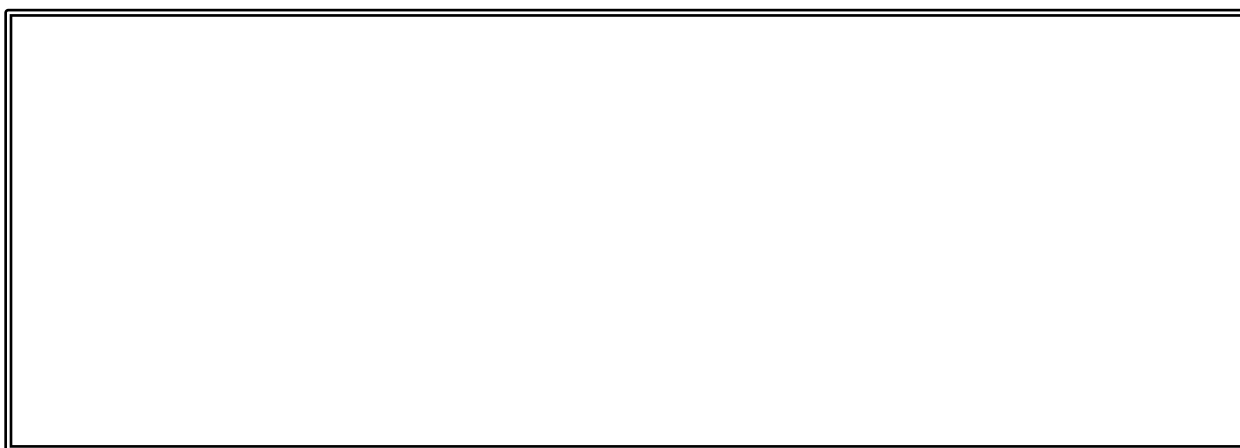
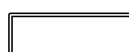


図 5.2.2-2 原料MOX粉末缶一時保管装置の外形図

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

原料MOX粉末缶一時保管装置は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、粉末缶に水の侵入がない場合には未臨界が維持されることを確認している。

一方、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ粉末缶に水の侵入がありMOX粉末の含水率が上昇した場合、核的に厳しい結果を与える。

しかしながら、原料MOX粉末缶一時保管装置の実際の形状として、設計基準の臨界安全設計でモデル化している構造材以外にも、粉末缶相互間に、遮蔽材として、表面をステンレス鋼でライニングされたポリエチレンが設けられており、さらに、粉末缶の材質である、アルミニウムをモデル化した場合には、実効増倍率は 0.95 を下回る。

以上より、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

原料MOX粉末缶一時保管装置は、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても粉末缶がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの構造材が障壁となり、粉末缶同士が接触することは考えられない。そのため、設計基準よりも厳しい条件を想定しえず、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、原料MOX粉末缶一時保管装置は頑健な構造であることから形状の損傷は想定しえない。そのため、本想定は1) の条件を超えず、未臨界が維持できる。

c. 粉末一時保管装置（貯蔵単位＝容器）

粉末一時保管装置は、原料ウラン粉末、予備混合した粉末、一次混合した粉末、均一化混合した粉末、造粒した粉末、回収粉末を次工程に払い出すまでに一時的に保管するため、47 行 2 列のピットを配置し、94 容器の保管容量を有する。これらの粉末は、保管容器である U85、J60、J85、5 缶バスケット及び 1 缶バスケットに収納され、一時保管される。

臨界管理においては、貯蔵単位の配列（47 行×2 列）が核的に安全な配置となるよう単一ユニット相互間の距離を維持することにより臨界を防止する。また、粉末一時保管装置は基準地震動 S_s による地震力に対して過大な変形が生じないように設計する。

粉末一時保管装置の外形図を図 5.2.2-3 に示す。

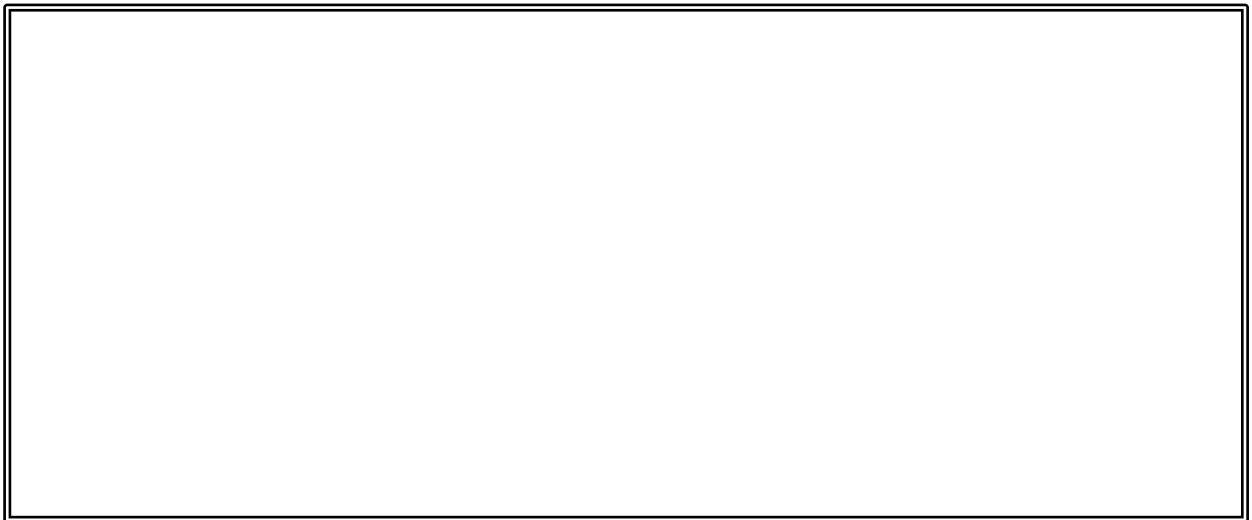



図 5.2.2-3 粉末一時保管装置の外形図

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

粉末一時保管装置は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、保管容器に水の侵入がない場合には未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

また、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ保管容器に水の侵入があり MOX 粉末の含水率が上昇した場合でも、実効増倍率は 0.95 を下回り、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

粉末一時保管装置で取り扱う容器は、全数ピットに保管され容易に飛び出す構造ではなく、ピットが破損した場合においても、ピットの構造材が障壁となり、容器同士が接触することは考えられない。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、粉末一時保管装置は頑健な構造であることから形状の損傷は想定しえない。そのため、本想定は 1) の条件を超えず、未臨界が維持できる。

5.2.3 分類3に係る説明

分類3に該当する設備においては、原料MOX粉末（プルトニウム富化度 60%以下）、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、均一化混合した粉末、添加剤混合した粉末及び回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を取り扱う。

本設備は、粉末を取り扱う機器をグローブボックスに収納して取り扱う。取扱量が最大となる均一化混合機とそれ以外の機器に分けて説明する。

a. 均一化混合機

均一化混合機は、所定のプルトニウム富化度（18%以下）に均一化された粉末とするため、一次混合後の粉末（プルトニウム富化度 33%以下）、回収粉末（プルトニウム富化度 18%以下）、原料ウラン粉末及び添加剤を混合する装置である。取扱量の最大値は J85（1 缶あたり最大 90kg・MOX）3 缶分の 270kg・MOX である。

臨界管理においては、均一化混合機をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

また、均一化混合装置グローブボックスは、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とするグローブボックスであるため、均一化混合機に対しても基準地震動の1.2倍を考慮した際に波及的影響を及ぼさない設計としている。

均一化混合機概念図を図 5.2.3-1 に示す。また、均一化混合機が設置されたグローブボックス概念図を図 5.2.3-2 に示す。

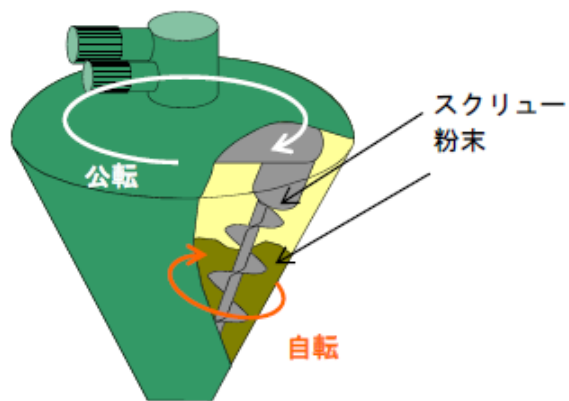


図 5.2.3-1 均一化混合機 の概念図



図 5.2.3-2 均一化混合機が設置されたグローブボックスの概念図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、均一化混合機に水の侵入がない場合は、設計基準の核的制限値の評価条件の範囲内であるため、未臨界を維持できる。


また、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ均一化混合機内に水の侵入があり、MOX 粉末の含水率が上昇した場合、未臨界判定値を超える可能性が考えられる。

これについては、均一化混合機の開口部のうち、弁等により閉止されていない開口部について、容易に水が入りがたい構造に設計を見直す。具体的には、開口部に対し、外部からの水の流入を防止する機構として逆流防止弁等を設ける。

これらの措置により、均一化混合機が被水するような状況においても、内部に水が入りがたく、未臨界性は維持される。均一化混合機の上蓋における開口状況を図 5.2.3-2 に示す。



図 5.2.3-2 均一化混合機の上蓋における開口状況

 については商業機密の観点から公開できません。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

均一化混合機が損傷し粉末が漏えいした場合であっても、均一化混合機が収納されたグローブボックスを超えてMOX粉末が他のグローブボックスに移行し、集積することは考えられないことから、本条件は設計基準の核的制限値（質量）を超えず、未臨界を維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

形状損傷時においてMOX粉末が漏えいするケースとしては、均一化混合機の下部に設けられているロータリーバルブが損傷し、重力によって粉末が落下することや、均一化混合機をグローブボックスの梁に固定しているボルトが破断するとともに、均一化混合機の胴部が損傷し、粉末が飛散することが想定される。

上記の想定のうち、ロータリーバルブの損傷による漏えいモードとしては、ロータリーバルブからのMOX粉末の抜き出しが、外的事象による外力を受けた場合であっても継続し、粉末が通常運転時のように少量ずつグローブボックスに漏えいすることは、ロータリーバルブの構造上考えられないため、ロータリーバルブが均一化混合機から外れ、均一化混合機内部の粉末の流量が制限されず、グローブボックス内に漏えいするモードが想定される。

その場合、損傷によって一度に多量の粉末がグローブボックス内に落下するため、落下した粉末が安息角をもって堆積することは考えられない。

さらに、容器下部には秤量機及び容器搬送用の搬送コンベアが設置されており、均等に粉末が堆積できない構造になっている（図 5.2.3-3）参照。

そのため、現実的な状況を考慮すると、粉末は均一化混合機下部に分散して配置されると予想されるが、評価においては、より厳しい結果を与えるよう、グロ

ープボックス内の構造材を考慮せず，グローブボックス下部にMOX粉末が一様に集積したことを考慮する。

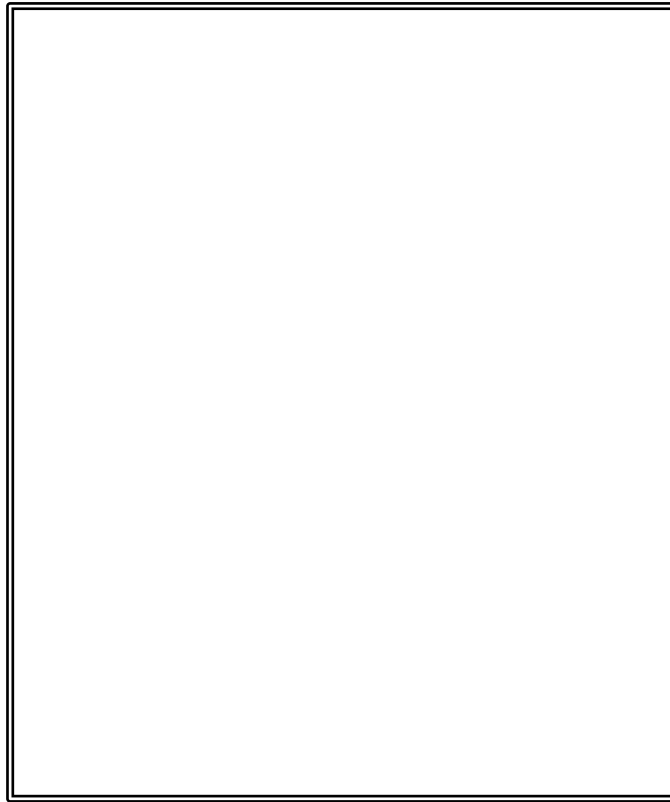



図 5.2.3-3 均一化混合機下部の構造概念図

 については商業機密の観点から公開できません。

均一化混合機グローブボックスの床面積は約 6m^2 あり， $270\text{kg}\cdot\text{MOX}$ の堆積高さ約 3cm （床面積の 7 割に粉末が薄く広がることを想定）は，プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 7cm に対し余裕があるので，未臨界が維持できる。なお，グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず，グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。なお，別な損傷モードである均一化混合機の胴部が損傷してMOX粉末が漏えいするようなモードにおいては，広範囲にMOX粉末が飛散することとな

り，検討において設定した状況を超えない。

また，均一化混合機内部に一部の粉末が残存した場合には，1) で示すとおり，容易に水が入りがたい構造としているため，1) と同様に未臨界が維持できる。

b. その他の混合機，ホッパ

粉末を取り扱うその他の混合機及びホッパについて説明する。取扱量の最大値は J85 容器 1 缶分である 90kg・MOX を超えることはない。

臨界管理においては，MOX 粉末を取り扱う機器をグローブボックスに収納し，質量管理を行う。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で，混合機又はホッパに水の侵入がない場合は，設計基準の核的制限値の評価条件の範囲内であるため，未臨界を維持できる。

また，周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で，かつ混合機又はホッパ内に水の侵入があり，MOX 粉末の含水率が上昇した場合，未臨界判定値を超える可能性が考えられる。

これについては，混合機及びホッパの開口部のうち，弁等により閉止されていない開口部について，容易に水が入りがたい構造に設計を見直す。具体的には，開口部に対し，外部からの水の流入を防止する機構として逆流防止弁等を設ける。

これらの措置により，混合機及びホッパが被水するような状況においても，内部に水が入りがたく，未臨界性は維持される。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

混合機又はホッパが損傷し粉末が漏えいした場合であっても、混合機又はホッパが収納されたグローブボックスを超えてMOX粉末が他のグローブボックスに移行し、集積することは考えられないことから、本条件は設計基準の核的制限値（質量）を超えず、未臨界を維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

損傷モードとしては、前記の均一化混合機と同様であり、損傷によって一度に多量の粉末がグローブボックス内に落下するため、落下した粉末が安息角をもって堆積することは考えられない。

混合機又はホッパが収納されるグローブボックスの床面積を包絡できる面積として、床面積が 1m^2 のグローブボックス内に漏えいし、均一に堆積した場合の高さは約 4.2cm であり、プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 7cm に対し余裕があるので未臨界が維持できる。なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。

ここで、 1m^2 の範囲に粉末が漏えいするとした設定については、漏えいが発生する状況として、大規模地震を考えていることから、床面にMOX粉末が静かに流出する状況は考え難く、また、グローブボックスには容器を保持する機構や容器を移動する機構が存在し、粉末は一か所に偏らず、分散すると予想される。また、仮にグローブボックス内に水が浸入し堆積した粉末が濡れた場合には、粉末の流動性が高まるため、平板状に近づくことが予想されることから、実現象を踏まえた設定となっている。

5.2.4 分類4に係る説明

分類4に該当する設備においては、添加剤混合した粉末（プルトニウム富化度18%以下）を圧縮成形したグリーンペレット及びペレットを所定の密度の焼結体とするため、グリーンペレット（プルトニウム富化度18%以下）を焼結したペレットを取り扱う。

分類4に該当する設備は、核燃料物質を容器に入れて取り扱うことから、まず、グリーンペレット及びペレットと取り扱う容器の種類毎の説明をし、次に質量管理としている機器のうち、グリーンペレット及びペレットを収納する容器数が最大である焼結炉を代表として説明する。

a. 焼結ボート

焼結ボートは、グリーンペレット及びペレットを約10kg・MOX積載し、装置内及び装置間搬送に用いる。

臨界管理においては、質量管理として、焼結ボートを取り扱う装置内の核燃料物質量が核的制限値を超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

焼結ボートの外形図を図5.2.4-1に示す。

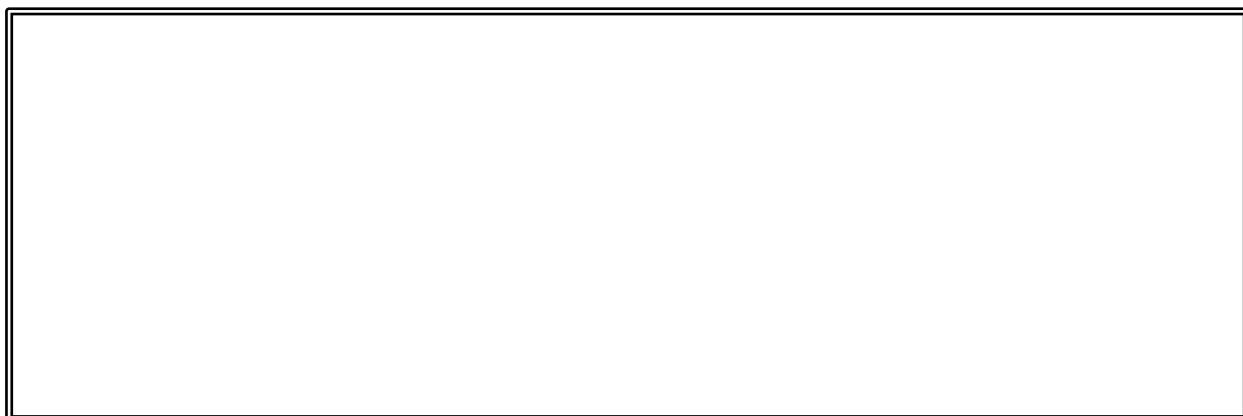


図5.2.4-1 焼結ボートの外形図

 については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

焼結ポートは、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

焼結ポートに存在する核燃料物質量はグリーンペレットの未臨界質量（430kg・MOX）及びペレットの未臨界質量（790kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に散乱しても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

焼結ポートに積載されているグリーンペレット及びペレットは円筒形状であるため、焼結ポートの形状が損傷した場合には、核燃料物質であるグリーンペレット及びペレットがグローブボックス内に散乱する。また、グリーンペレット及びペレットは圧縮成形体、焼結成形体であるため、内部への水の侵入は緩慢あるいはほとんどなく、また、グローブボックス内に散乱した状態においてペレット間隔が最適減速条件となることは考えられず、1)の状態よりも核的に厳しい結果となることはないため、未臨界が維持できる。

b. ペレット保管容器（搬送容器）

ペレット保管容器は、ペレットを約 24kg・MOX 積載し、装置内及び装置間搬送に用いる。

臨界管理においては、質量管理として、ペレット保管容器を取り扱う装置内の核燃料物質量が核的制限値を超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

ペレット保管容器の外形図を図 5.2.4-2 に示す。

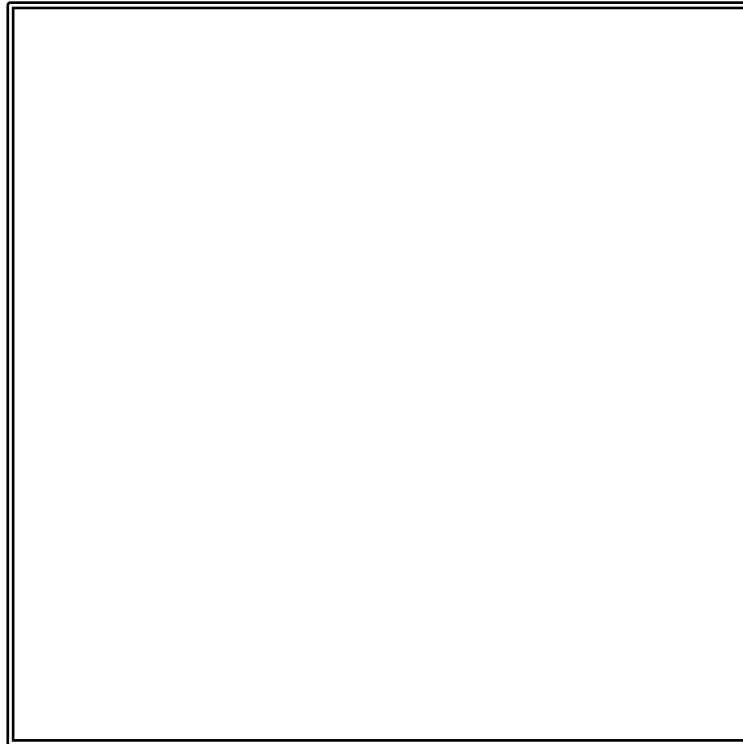



図 5.2.4-2 ペレット保管容器の外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

ペレット保管容器は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

ペレット保管容器に存在する核燃料物質量はペレットの未臨界質量（790kg・M OX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質が漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

ペレット保管容器に積載されているペレットは円筒形状であるため、ペレット

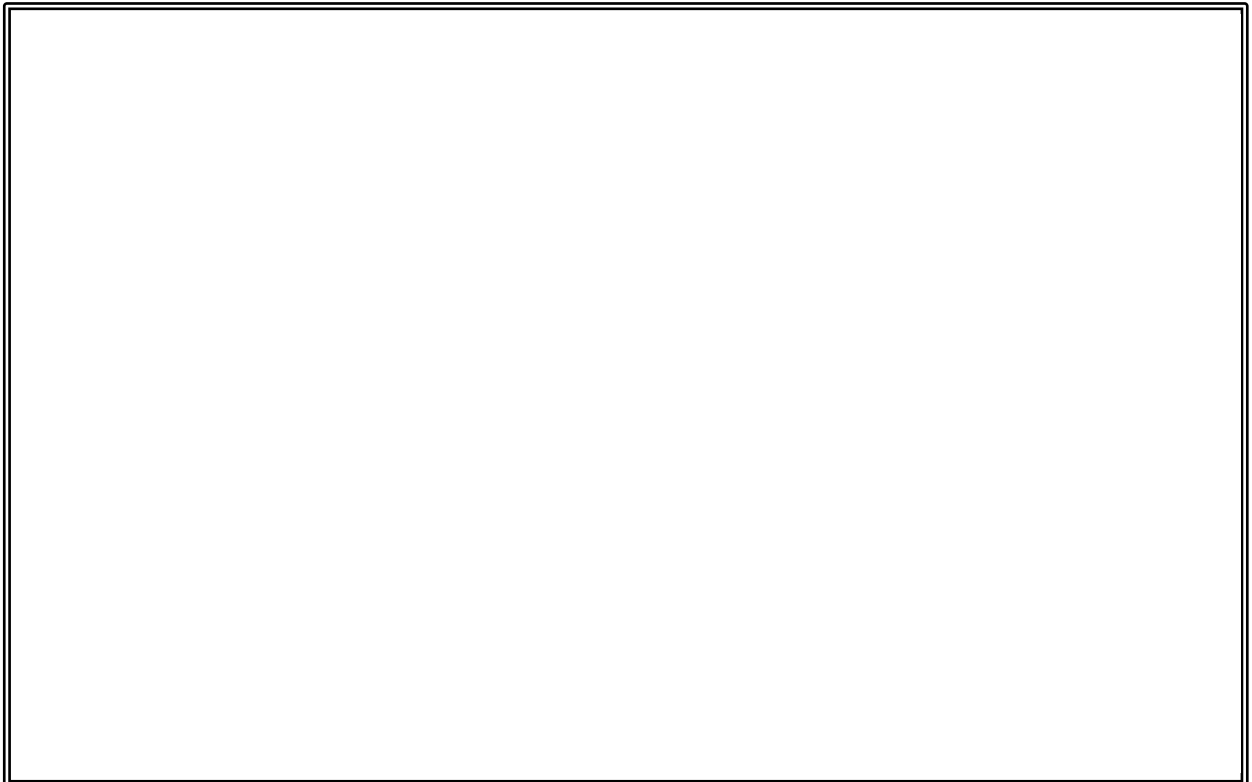
保管容器の形状が損傷した場合には、核燃料物質であるペレットが散乱する。また、ペレットは焼結成形体であるため、内部への水の侵入はなく、また、グローブボックス内に散乱した状態においてペレット間隔が最適減速条件となることは考えられず、1)の状態よりも核的に厳しい結果となることはないため、未臨界が維持できる。

c. 焼結炉

焼結炉は、グリーンペレット及びペレットを約 10kg・MOX 積載した焼結ポートを最大 34 ポート（約 340kg・MOX）取り扱う。

臨界管理においては、質量管理として、核燃料物質量が核的制限値を超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

焼結炉の構造及び外形図を図 5.2.4-3 に示す。



については商業機密の観点から公開できません。

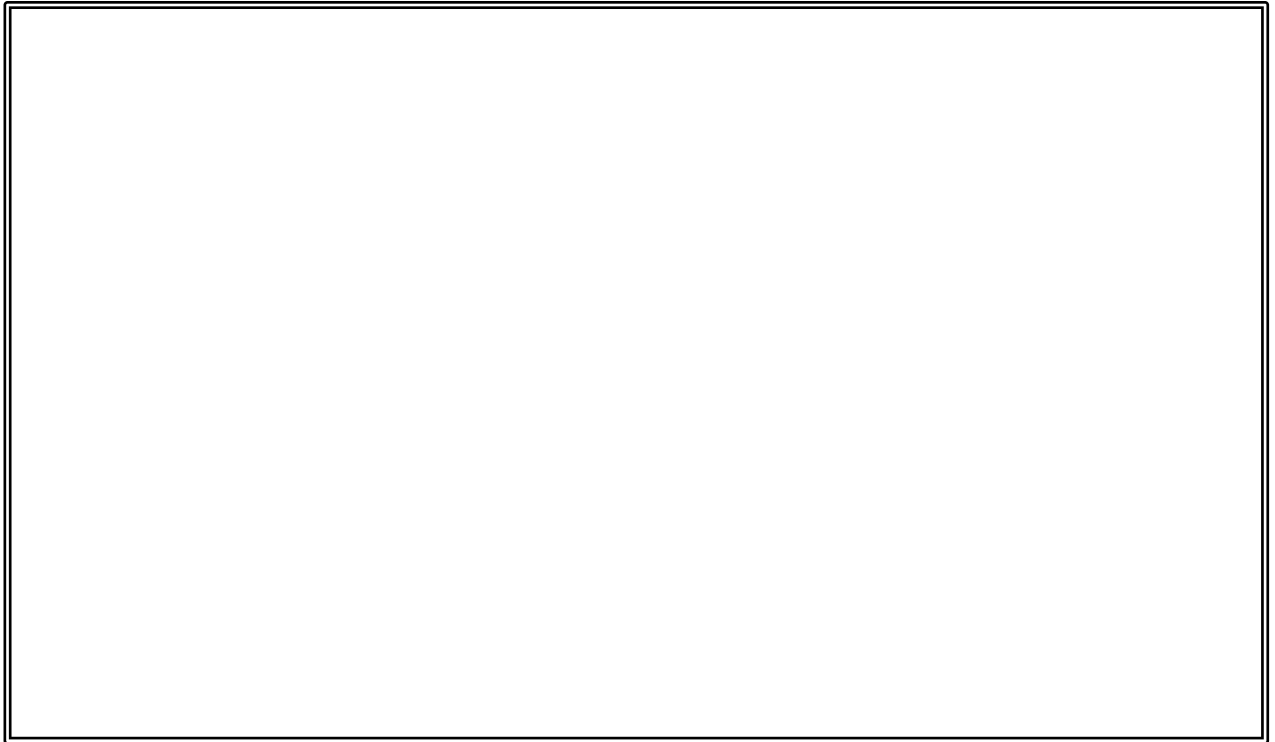


図 5.2.4-3 焼結炉の構造及び外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

焼結炉は、構造的にペレットを4段（ペレット高さ合計約4cm）積載した焼結ポートを取り扱い、周囲の水密度を1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持できることを確認している高さ（9cm）以下であることから、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

焼結炉に存在する核燃料物質量はグリーンペレットの未臨界質量（430kg・MOX）及びペレットの未臨界質量（790kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質が漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

焼結炉で取り扱う焼結ポータに積載されているグリーンペレット及びペレット

は円筒形状であるため、焼結ボートの形状が損傷した場合には、核燃料物質であるグリーンペレット及びペレットが散乱する。また、グリーンペレット及びペレットは圧縮成形体、焼結成形体であるため、内部への水の侵入は緩慢またはほとんどなく、また、焼結炉内に散乱した状態においてペレット間隔が最適減速条件となることは考えられず、1)の状態よりも核的に厳しい結果となることはないため、未臨界が維持できる。

5.2.5 分類5に係る説明

分類5に該当する設備においては、プルトニウム富化度 18%以下のグリーンペレット又は焼結したペレットを積載した焼結ボート及びペレット保管容器、CS粉末（再利用可能な粉末、クリーンスクラップ）若しくはCSペレット又はRS粉末（再利用に適さない粉末、リサイクルスクラップ）若しくはRSペレットを収納したCS・RS保管ポットを積載した9缶バスケット又はペレットを収納したペレット保管容器を収納パレットに収納した状態で貯蔵する。

- ・ペレット一時保管設備は、1台当たり8段×8列の棚を有し、3台の保管棚で192容器の保管容量（最大貯蔵能力1.7t・HM）を有する。（貯蔵単位：焼結ボート、ペレット保管容器）

- ・スクラップ貯蔵設備は、1台当たり6段×7列の棚を有し、5台の貯蔵棚で210容器の貯蔵容量（最大貯蔵能力10t・HM）を有する。（貯蔵単位：9缶バスケット、ペレット保管容器）

- ・製品ペレット貯蔵設備は、1台当たり10段×7列の棚を有し、5台の貯蔵棚で350容器の貯蔵容量（最大貯蔵能力6.3t・HM）を有する。（貯蔵単位：ペレット保管容器）

スクラップ貯蔵設備、製品ペレット貯蔵設備及びペレット一時保管設備については、評価方法が同様であるため、貯蔵能力が最も大きいスクラップ貯蔵設備を代表として評価を行う。

a. スクラップ貯蔵設備

スクラップ貯蔵設備の臨界管理においては、貯蔵単位間の相互間の距離を維持することにより、未臨界が維持できることを確認している。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

スクラップ貯蔵設備は、周囲の水密度を1.0（没水）とした場合でも未臨界が維

持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

スクラップ貯蔵設備の形状が損傷し、核燃料物質が落下する場合、収納パレット及び容器も同時に落下することから、核燃料物質のみが密に堆積するような形状になることは考えにくいですが、グローブボックス下部に全量堆積することを想定する。この場合でも、同一室内の他のグローブボックスから漏えいした核燃料物質が一か所に集積することはないことから、質量管理の核的制限値を超えず、臨界に至ることはない。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2)の状態において、没水した場合においても、スクラップ貯蔵設備が収納されるグローブボックス内（有効床面積 3.2m^2 ）に漏えいし、均一に堆積した場合のペレット堆積高さは約6.5cmであり、未臨界を維持できる高さ約9cmに対し余裕があるので未臨界が維持できる。

5.2.6 分類6に係る説明

分類6に該当する設備においては、ペレットを燃料棒に封入した以降、燃料棒及び燃料集合体として取り扱う。

本設備は、燃料棒又は燃料集合体を装置内にて取り扱うことから、装置の種類ごとに説明する。

a. 燃料棒（ヘリウムリーク検査装置，X線検査装置，ロッドスキヤニング装置及び外観寸法検査装置）

本工程のヘリウムリーク検査装置等は、燃料棒検査設備を構成し、複数本の燃料棒を取り扱い、燃料棒を燃料集合体として組み立てる前に種々の検査を行う。

燃料棒は、装置内及び装置への搬入経路において搬送機（コンベア）上に1段で整列し、搬送される。

臨界管理においては、形状寸法管理として、燃料棒が平板厚さ15cmを超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

ヘリウムリーク検査装置の外形図を図5.2.6-1に示す。

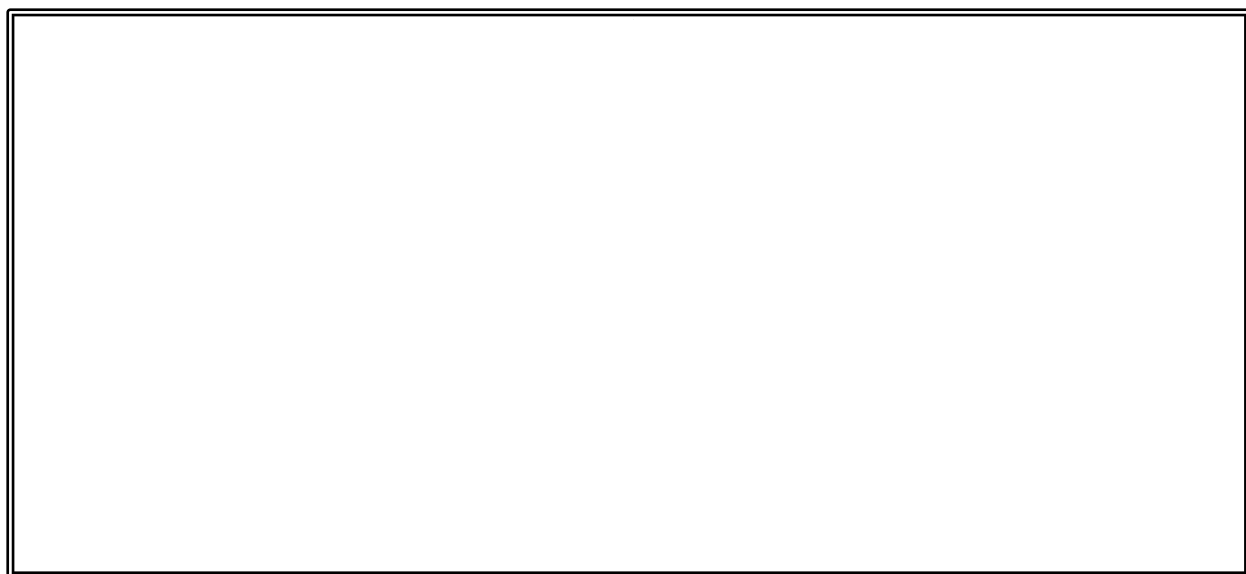
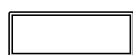


図5.2.6-1 ヘリウムリーク検査装置の外形図

 については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料棒の形状維持状態として、装置内又は搬送機上に燃料棒が装荷された状態における臨界安全性を確認する。

燃料棒は、高さ 15cm の空間に 5 段の燃料棒が均一の間隔で分散した場合において、空間水密度を 1.0 とした場合でも、実効増倍率が 0.95 を下回ることを確認している。したがって、燃料棒を 1 段で取り扱う本工程の機器においては、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

燃料棒の損傷については分類 4 及び 5 に包絡されるため、損傷モードとしては燃料棒が床面に落下し、また、床面において積み重なることを想定する。

しかし、燃料棒は長尺（約 4 m）であり、その燃料棒が床面に対して鉛直方向に積層することは考え難く、仮に、5 段にわたって積層した場合においても核的制限値である 15cm に到達しないことから、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、1) で記載したとおり、空間中に 5 段の燃料棒が積層した場合においても未臨界が維持でき、燃料棒の構造的な特徴を踏まえればその条件を超える積層が発生することは考えられないため、未臨界が維持できる。

b. マガジン編成装置

マガジン編成装置は貯蔵マガジンと組立マガジン（以下、「マガジン」という。）を取り扱う装置であり、複数の燃料棒を収納したマガジンを 1 基取り扱う。

マガジンは装置内及び装置への搬入経路において搬送機（マガジン台）上で1基ずつ搬送される。

貯蔵マガジンは燃料棒を最大256本収納できる構造であり、組立マガジンは燃料集合体と同一の構造である。

臨界管理においては、形状寸法管理として、マガジンを1段として取り扱うことで未臨界が維持できることを確認している。

マガジンの概念図を図 5.2.6-2 に、マガジン編成装置を含む工程概念図を図 5.2.6-3 に示す。

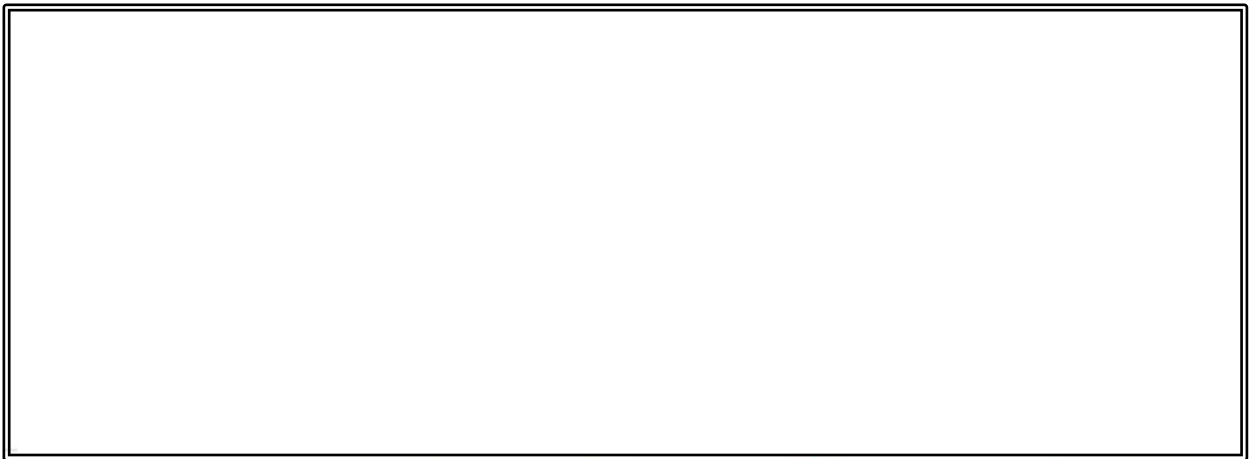


図 5.2.6-2 マガジンの概念図

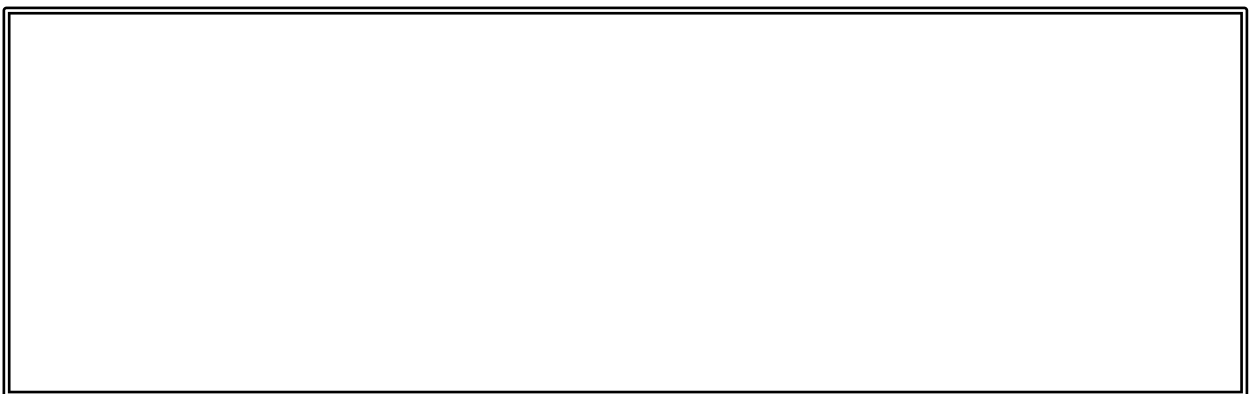


図 5.2.6-3 工程概念図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

マガジンの形状が維持された状態下において、装置内又はマガジン台にマガジ

ンが1基装荷され、それらが水没した場合の臨界安全性を確認する。

同条件において、水没を想定した場合においても、組立マガジンは燃料集合体と同一の形状であり、1基を取り扱う場合には未臨界が確保される。

一方、貯蔵マガジンについては燃料棒ピッチが燃料集合体よりも広く、水没を想定した場合の中性子の減速効果が燃料集合体の場合よりも大きく、核的に厳しい結果を与える。しかしながら、貯蔵マガジンの実際の形状を考慮すると、設計基準の臨界安全設計でモデル化している構造材以外にも、燃料領域間に中性子吸収材を含む構造材（ほう素入りステンレス鋼）が挿入されており、同中性子吸収材による中性子吸収効果を考慮できる。本中性子吸収材は、いかなる場合でも挿入されているものであるため、現実的な条件としてモデル化において見込むと、実効増倍率は0.95を下回る。

以上より、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

マガジン内に挿入されている燃料棒の損傷については分類4及び5に包絡されるため、損傷モードとしては燃料棒が挿入されたマガジンが床面に落下し、また、床面において積み重なることを想定する。

しかし、マガジンは燃料集合体と同様に長尺（約4 m）であり、上下に積層することは考え難く、また、同一室内にはマガジンは最大で5基存在するものの、水平方向については設計基準の臨界安全設計においてマガジンが無限に配列された場合でも未臨界を維持できることを確認していること及びマガジンはマガジン編成装置やマガジンを装荷したマガジン台で取り扱われ、それらの装置の構造物により集積が阻害されることから、一か所に集積することは考えられない。

以上より、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

この場合であっても、2) に記載したとおり、マガジンを取り扱う装置の構造的な特徴を踏まえれば、マガジンが、マガジン間の中性子の相互干渉を考慮すべき距離（約 30cm 以下）を超えて、一か所に集積することは考えられない。そのため、本想定は 1) の想定を超えることはないため、未臨界が維持できる。

c. 燃料集合体（燃料集合体洗浄装置，燃料集合体第 1 検査装置，燃料集合体第 2 検査装置，組立クレーン等）

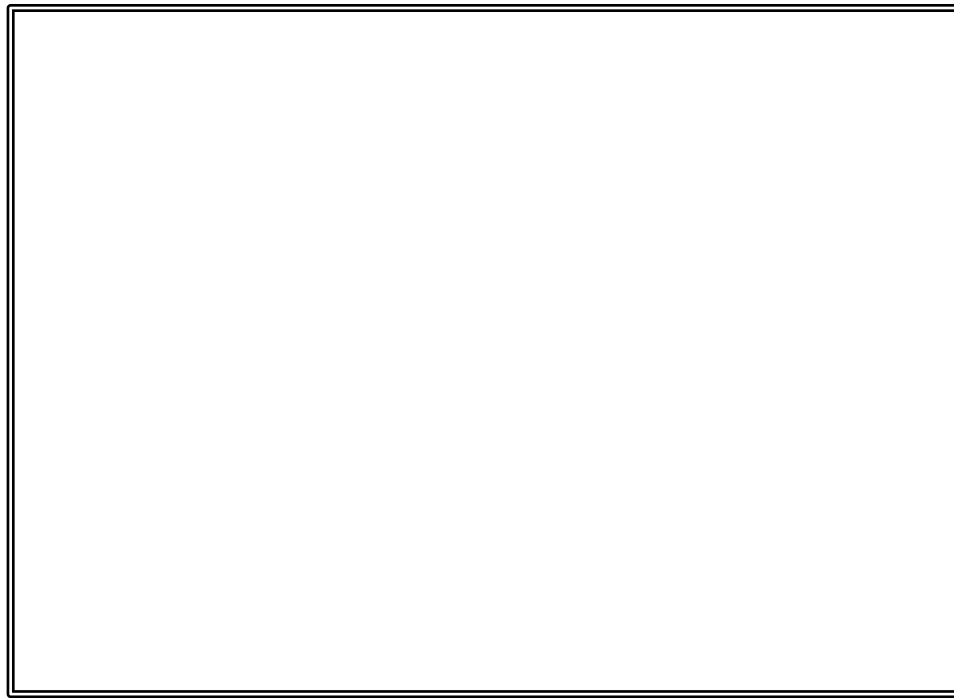
燃料集合体洗浄装置，燃料集合体第 1 検査装置，燃料集合体第 2 検査装置，組立クレーン等は，燃料集合体を 1 体取り扱う設備である。燃料集合体は，装置内及び装置への搬入経路において組立クレーンにおいて取り扱われる。

燃料集合体は，マガジンから挿入された燃料棒が，1 体あたり最大 264 本装荷されている。

燃料集合体は各装置において床面に対して垂直に取り扱われる。

臨界管理においては，質量管理として，燃料集合体を 1 体ずつ取り扱うことで未臨界が維持できることを確認している。

燃料集合体第 1 検査装置及び燃料集合体第 2 検査装置の外形図を図 5.2.6-4 に示す。



燃料集合体第1検査装置

燃料集合体第2検査装置

図 5.2.6-4 燃料集合体第1検査装置及び燃料集合体第2検査装置 外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料集合体の形状が維持された状態下において、装置内に燃料集合体が1体装荷され、それらが水没した場合の臨界安全性を確認する。

本条件は、未照射燃料として原子炉に装荷された状態と同一であり、燃料集合体1体においては水反射条件等が変化した場合においても臨界になることはない。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

燃料集合体内に組み込まれている燃料棒の損傷については分類4及び5に包絡されるため、損傷モードとしては燃料集合体が床面に落下し、また、床面において積み重なることを想定する。

燃料集合体は長尺（約4 m）であり、同一室内には燃料集合体は最大で4体存

在する（燃料集合体洗浄検査室）ものの、水平方向については各装置の構造的な特徴を踏まえれば、それらの装置の構造物により集積が阻害され、一か所に集積することは考えられない。（燃料集合体洗浄検査室における機器の配置を図 5.2.6-5 に示す。）

仮に、それらの構造物を一切考慮しない場合においても、水平方向については組立マガジンの設計基準の臨界安全設計の計算モデルに見られるように、水平方向に無限に集積した場合でも未臨界が維持される。

以上より、未臨界が維持できる。

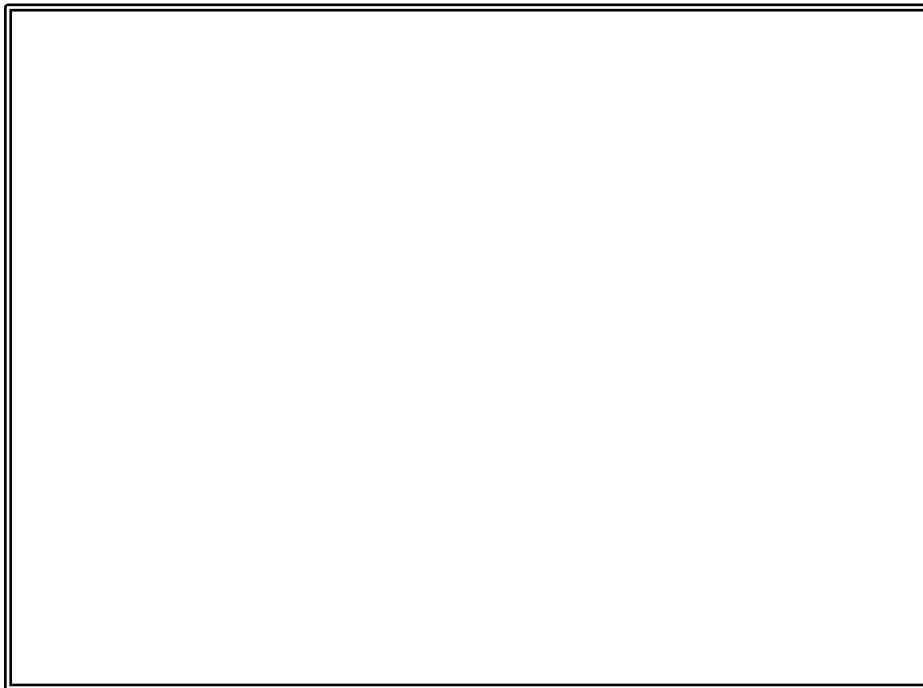
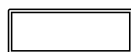


図 5.2.6-5 燃料集合体洗浄検査室における機器の配置

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

その場合であっても、2) に記載したとおり、燃料集合体を取り扱う装置の構造的な特徴である、装置が燃料集合体を取り囲んでいることを踏まえれば、燃料集

合体が中性子の相互干渉を考慮すべき距離（約 30cm 以下）を超えて，一か所に集積することは考えられないため，未臨界が維持できる。

5.2.7 分類7に係る説明

分類7に該当する設備においては、マガジン及び燃料集合体を複数体取り扱う。

本設備は、マガジン又は燃料集合体を保管棚等の設備にて取り扱うことから、保管に用いる設備の種類ごとに説明する。

a. 燃料棒貯蔵棚

燃料棒貯蔵棚は、貯蔵マガジンに収納した燃料棒を燃料集合体に組み上げるまでの間一時的に貯蔵する設備である。

燃料棒貯蔵棚は、4段×10列及び4段×8列の貯蔵棚を有し、72基のマガジンを収納できる構造である。燃料棒貯蔵棚への貯蔵マガジンの収納は、貯蔵マガジン入出庫装置により行い、燃料棒貯蔵棚へは横方向から貯蔵マガジンを収納する構造である。

臨界管理においては、形状寸法管理として、貯蔵マガジン間の間隔を一定に保つことで未臨界が維持できることを確認している。

燃料棒貯蔵棚の外形図を図5.2.7-1に示す。

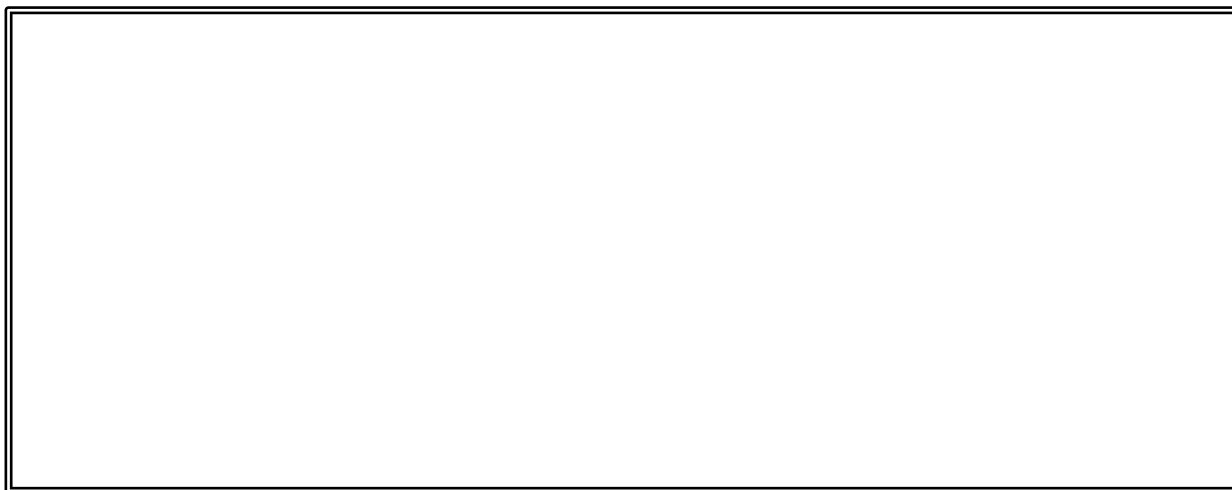


図 5.2.7-1 燃料棒貯蔵棚の外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料棒貯蔵棚の形状が維持された状態下において、燃料棒貯蔵棚内に貯蔵マガジンが設計上最大量装荷され、それらが水没した場合の臨界安全性を確認する。

その場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づくが、燃料棒貯蔵棚の形状が維持され、また、現実的な条件として分類6において示した貯蔵マガジンの構造材による中性子吸収効果を見込んだ場合、没水した場合でも実効増倍率は未臨界判定値を超えず、未臨界が維持される。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

燃料棒貯蔵棚に収納されている貯蔵マガジンの損傷については、分類4及び5に包絡されるため、損傷モードとしては燃料棒貯蔵棚の変形を考慮する。

燃料棒貯蔵棚は頑健な構造であり、容易に変形が想定されるものではないが、想定される最も過酷な状態として、水平方向については燃料棒貯蔵棚の構造材である鋼材の間隔（10cm）とし、垂直方向についてはマガジンを積載する構造物及び燃料棒貯蔵棚の構造物の間隔（約20cm）までマガジンが近接したことを想定する。

この場合においても、燃料棒貯蔵棚の実効増倍率は未臨界判定値を超えず、未臨界が維持される。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

しかしながら、1) に示した貯蔵マガジンの中性子吸収材の存在及び、貯蔵マガジンに収納される核燃料物質は燃料棒の形状であり、燃料棒の被覆管の材質であ

るジルコニウムを計算モデルに組み込んだより現実的な計算モデルにおいては、燃料棒貯蔵棚の実効増倍率は未臨界判定値を超えず、未臨界が維持される。

b. 燃料集合体貯蔵設備

燃料集合体貯蔵設備は、組立、検査の終わった燃料集合体を出荷までの間貯蔵する設備である。

燃料集合体貯蔵設備は、燃料集合体貯蔵室に位置し、地下1階と地上1階の間に地面に対して垂直に貯蔵チャンネルとして燃料集合体を保持する管を設け、貯蔵チャンネル内に燃料集合体を保管する。

貯蔵チャンネルは建屋の上下階の構造物で保持し、燃料集合体貯蔵設備には220チャンネルを設けている。


1チャンネルにはPWR用燃料集合体1体若しくはBWR用燃料集合体4体が装荷される。

臨界管理においては、形状寸法管理として、燃料集合体間の間隔を一定の距離以上に保つことで未臨界が維持できることを確認している。

燃料集合体貯蔵設備の外形図を図5.2.7-2に示す。



図 5. 2. 7-2 燃料集合体貯蔵設備及び貯蔵チャンネルの外形図

 については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料集合体貯蔵設備の形状が維持された状態下において同貯蔵庫が水没した場合の臨界安全性を検討する。

BWR 燃料については、燃料間距離が水中での中性子の移動距離に相当する距離程度であるため、中性子の相互干渉を考慮する必要があるが、空間中の水密度を 1.0 とした場合においても未臨界が維持できることを臨界計算により確認している。

PWR 燃料については、燃料中心間距離が 75cm に維持され、燃料棒の最小距離が水中での中性子移動距離（約 30cm）以上であるため、燃料集合体 1 体が水没した状態と同じである。

燃料集合体 1 体では臨界に至らないことについては、分類 6 で記載したとおりであり、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

燃料集合体貯蔵設備は、貯蔵チャンネルにより燃料集合体を保持しているが、貯蔵チャンネルは構造において説明したとおり、建屋の構造材により支持されているため、容易に変形が想定されるものではない。そのため、燃料集合体貯蔵設備については形状の損傷を想定しえず、臨界に至ることはない。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) に記載したとおり、燃料集合体貯蔵設備は形状の損傷を想定しえない。そのため、本条件は、1) と同じ結果であり、未臨界が維持できる。

6. 燃料加工建屋での溢水発生源及び溢水水位について

5. では、前提を置かずに核燃料物質と水が接触することによる核的な変化について、臨界安全性への影響を考察したが、本項では燃料加工建屋における溢水源及び溢水が生じた場合の溢水水位について検討する。

6.1 燃料加工建屋における溢水源について

4. で設定した過酷条件下において、燃料加工建屋において想定される溢水源は、燃料加工建屋の保有水、エネルギー管理建屋の保有水、再処理施設（ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋）の保有水であり、合計で約 400m³ の溢水が発生する。詳細を次項に示す。

(1) 燃料加工建屋の保有水

燃料加工建屋内には、工業用水、飲料水、冷却水、蒸気等の貯槽及び配管が存在する。設計基準においては、溢水量低減の観点から、溢水源となる機器の耐震性の確保及び緊急遮断弁の設置により、設計基準及び重大事故の条件下においては、溢水量は約 70m³ である。

ただし、過酷条件下においては緊急遮断弁の機能が喪失しているものと仮定し、さらに燃料加工建屋内の配管も破損することで、燃料加工建屋内の保有水が全て溢水するものとする。その場合の溢水量は、地下3階で約 230m³ である。

(2) 外部からの流入

燃料加工建屋にはエネルギー管理建屋から工業用水、飲料水、冷却水、蒸気等を供給する配管が接続されている。また、再処理施設の消火水供給設備から消火水を供給する配管が接続されている。

それらの供給は蒸気を除きポンプにより圧送されるが、耐震性を確保する設計

又は緊急遮断弁の設置により、設計基準及び重大事故の条件下においては、建屋外部から流入する溢水量は0 m³である。

ただし、過酷条件下においては緊急遮断弁の機能が喪失しているものと仮定し、エネルギー管理建屋に接続される配管が燃料加工建屋内で破損し、配管内保有水が溢水するものとする。その場合の外部からの流入量は約 40m³である。ここで、過酷条件下においては耐震性を有しないポンプは損傷或いは駆動源が喪失することによって移送機能が喪失しているものとする。

(3) 再処理施設からの流入

燃料加工建屋は貯蔵容器搬送用洞道を介してウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋と接続する。ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋で発生した溢水はウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋に設けられた堰により貯蔵容器搬送用洞道に流入しない設計としている。

ただし、過酷条件下においてウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋に設けられた堰が損傷した場合には、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋で発生した溢水が燃料加工建屋へ流入するおそれがあり、その場合の流入量は約 130m³である。

6.2 燃料加工建屋における溢水の滞留時の影響について

燃料加工建屋は地上2階、地下3階構造であり、核燃料物質は地下3階から地上1階に存在する。

地下3階には、ドレン水を貯留するための貯槽を設置したピットが設けられており、上層階において発生した溢水は階段等を経由し下層階に伝播し、床ドレン配管によって地下3階のピットに流入する。

ピットが溢水で満たされた場合、地下3階の溢水水位が上昇するが、核燃料物

質を取り扱う室（以下「工程室」という。）の入口には堰が設けられているため、工程室には水は流入しない設計としている。

本項では、溢水の滞留時の影響を推定する。

(1) 地下3階のピットにおける溢水の貯留可能量

燃料加工建屋内で発生した溢水は床ドレン配管により地下3階のピットに設けられた床ドレン回収槽第1室及び第2室の床ドレン回収槽に回収される。床ドレン回収槽は12基設置されており、同貯槽の容量を超えた場合、オーバーフローし同貯槽が設置された室に滞留する（図6.1に概念図を示す）。

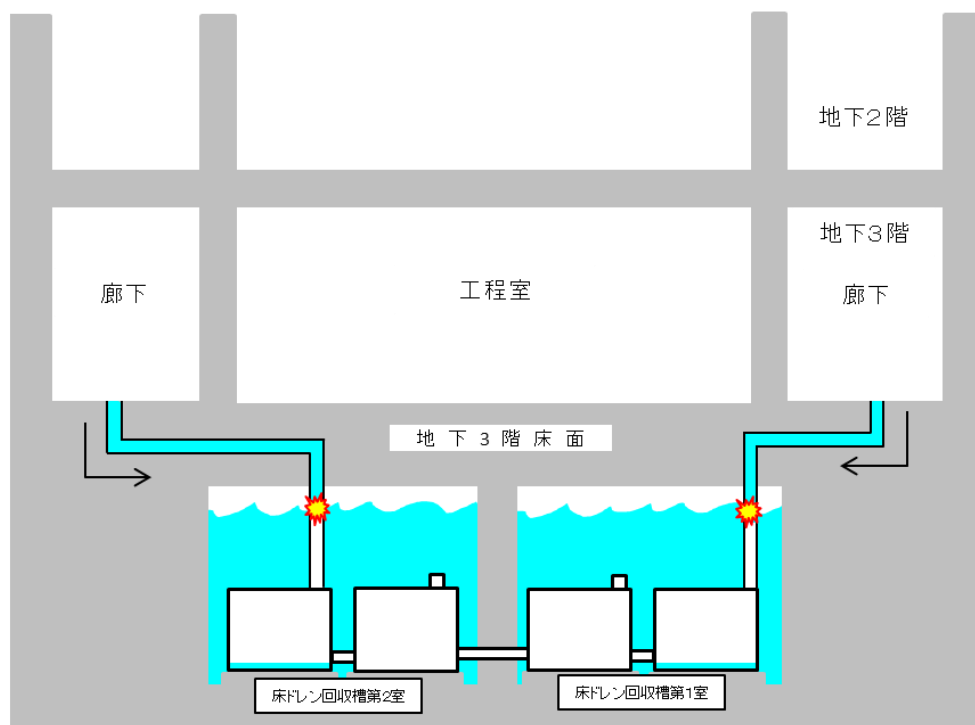


図 6.1 地下3階のピットにおける溢水の滞留概念図

ただし評価においては、床ドレン回収槽について保守的に空き容量を期待せず、床ドレン回収槽第1室及び第2室から同貯槽の容積を除いた有効容積約 340m³ を貯留可能量とする。

(2) 地下3階の滞留面積

地下3階のピットの貯留可能量を超える溢水は地下3階に滞留する。過酷条件下においては、設計基準において工程室への溢水の流入防止対策として設置する堰が損傷することを仮定し、廊下から工程室内に溢水が流入し、流入した溢水は扉の隙間から隣接する工程室に伝播する。

溢水が滞留する有効床面積は、地下3階廊下周りで約 $1,200\text{m}^2$ 、地下3階工程室で約 $1,400\text{m}^2$ である。

(3) 地下3階の溢水水位

6.1において示した溢水量（約 400m^3 ）が発生した場合、地下3階のピットの容量（約 340m^3 ）を超える溢水（約 60m^3 ）が地下3階の廊下及び工程室に広がる。この場合、地下3階の溢水水位は約3cmである。

非密封の核燃料物質はグローブボックスにおいて取り扱われ、過酷条件下においてもグローブボックスの支持構造物は一定の強度を有していることを踏まえると、核燃料物質はグローブボックスの機器内からグローブボックスの底面に堆積している可能性があり、最も低い位置のグローブボックスの底板の高さ（約20cm）を超えた場合には、核燃料物質と溢水が接触する可能性が生ずる。

しかし、上記のとおり、溢水が発生した場合においても溢水水位（約3cm）はグローブボックスの底板の高さ（約20cm）を超えないことから、核燃料物質と溢水は接触しない。

また、核燃料物質の質量が最大となる機器（均一化混合機）については、床上約210cmに位置するため、溢水と接触する可能性はない。

さらに厳しい条件として、何らかの要因により地下3階に設置するピットにて溢水が貯留できない場合には、地下3階の溢水水位は約15cmとなるが、グローブボックスの底面高さは超えない。

なお、燃料加工建屋内に設置する堰が全て健全な場合においては、発生した溢水は廊下から先の工程室内に流入するおそれはないことから、核燃料物質は水に接触しない。

7. 設計等における担保事項

本資料における検討では、以下の設備の水没評価において、設計基準の臨界安全評価では考慮していないものの、実際の設備設計を踏まえると考慮できる構造材をモデル化している。

・原料MOX粉末缶一時保管装置

粉末缶相互間に配置している遮蔽材（ポリエチレンの表面をステンレス鋼で覆っている構造）のうち、ステンレス鋼部分及び貯蔵単位である粉末缶の材質であるアルミニウム

・J60及びJ85

容器のステンレス鋼

・貯蔵マガジン単体及び燃料棒貯蔵棚

貯蔵マガジンの構造材（ボロン入りステンレス鋼）及び燃料棒被覆管の材質であるジルコニウム

設計基準の臨界安全評価において上記構造材を考慮することは、実効増倍率を低下させる効果となることが明らかであり、また他の安全設計に悪影響を与えないことから、設計基準における臨界安全評価において上記構造材を踏まえた再計算をする必要はない。

ただし、本資料で検討したとおり、過酷状態を踏まえた場合でも未臨界が維持できる根拠であることから、本検討で見込んだ遮蔽材及び構造材について設工認において、構造材の材質、厚さ、構造材間の間隔等を外形図にて示す。

また、均一化混合機などMOX粉末を65kg・MOX以上取り扱う混合機及びホッパについては、開口部に対し、外部からの水の流入を防止する機構として逆流防止弁等を設けることにより、容易に水が入りがたい構造とし、設工認において同

設計方針を示す。

8. 結論

MOX燃料加工施設において保有する核燃料物質に対し、取り扱い上の形態等を踏まえ過酷な状態を想定した場合における臨界安全性を検討した。

その結果、現実的な条件を踏まえれば、溢水の影響を受けた場合においても臨界事故に進展する可能性は考えられないことを確認した。さらに、溢水の発生量及び溢水の滞留範囲を考慮した場合、核燃料物質が溢水と接触することがないことを確認した。

9. 臨界計算に係るモデル図及び計算結果

本資料においては、臨界事故の発生に係る判定について現実的な条件を適用することとし、既存の臨界安全設計において採用したモデルを一部見直している。

以下に、より現実的な条件を適用して再計算した機器に係る臨界計算モデル及び実効増倍率を整理する。

9.1 共通的な条件

臨界計算において適用した条件のうち、共通的な条件を下記に示す。

項目	本検討での設定値	既許可での設定値	設定の妥当性
MOX粉末密度	2.1×10^3 kg/m ³	$4 \sim 7.9 \times 10^3$ kg/m ³	既許可においては密度が高いほうが保守的な結果を与えるため、MOX燃料加工施設内の運転においてタップ密度で取り扱われることはないがタップ密度までを包絡する値を設定していたが、水没時の検討においては低密度側に設定する方がより保守的な結果を与える。 MOX粉末のかさ密度が $2.1 \sim 2.3 \times 10^3$ kg/m ³ である ¹⁾ ため、現実的な条件として 2.1×10^3 kg/m ³ とする。
MOX粉末の含水率	理論最大含水 (約 28%)	0.5～3.5%	没水状態を想定しても、含水率の上昇は一定程度の範囲に収まると推測されるが、評価においてはMOX粉末密度 2.1×10^3 kg/m ³ において空間中に最大で存在しうる水分量を考慮した場合の含水率を設定する。
貯蔵マガジンを評価する際の燃料棒型式	PWR 17×17 型	BWR 8×8 型	既許可においては燃料棒径が太いBWR 8×8型が一番厳しい結果を与えるため。 水没時の検討においては燃料棒径が細いPWR 17×17型が厳しい結果を与えるため、現実的な条件として採用する。

1) 青木 実他 MOX燃料技術開発の動向 (3) プルトニウム転換技術開

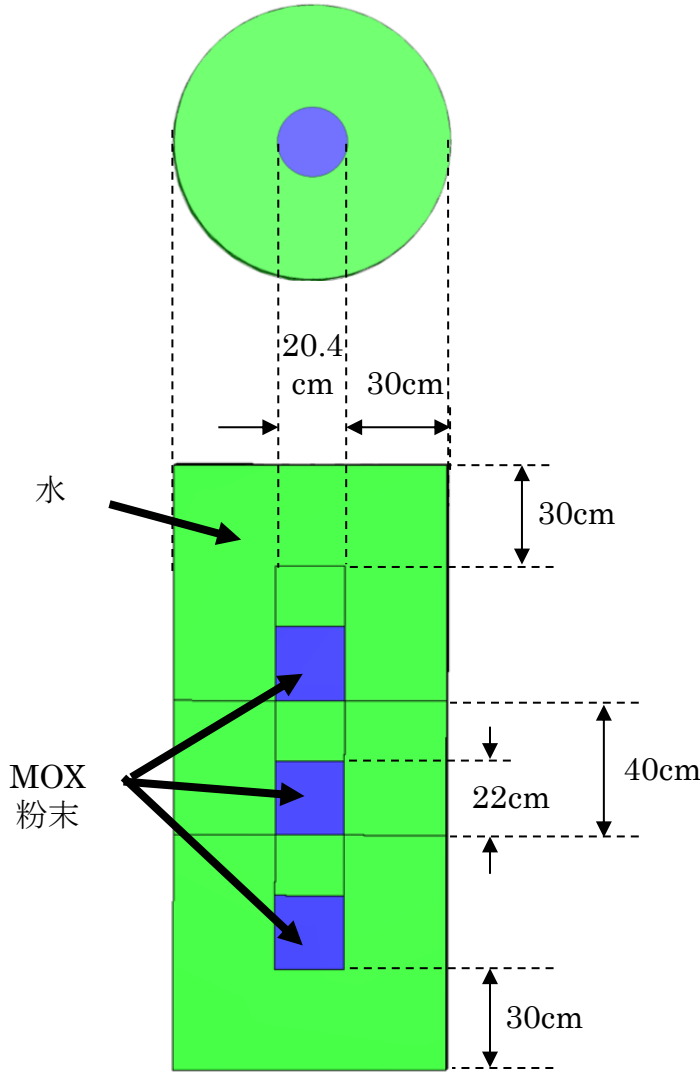
発 原子力工業 第32巻 第2号 1986 p. 57-63

9.2 臨界計算モデル及び計算結果

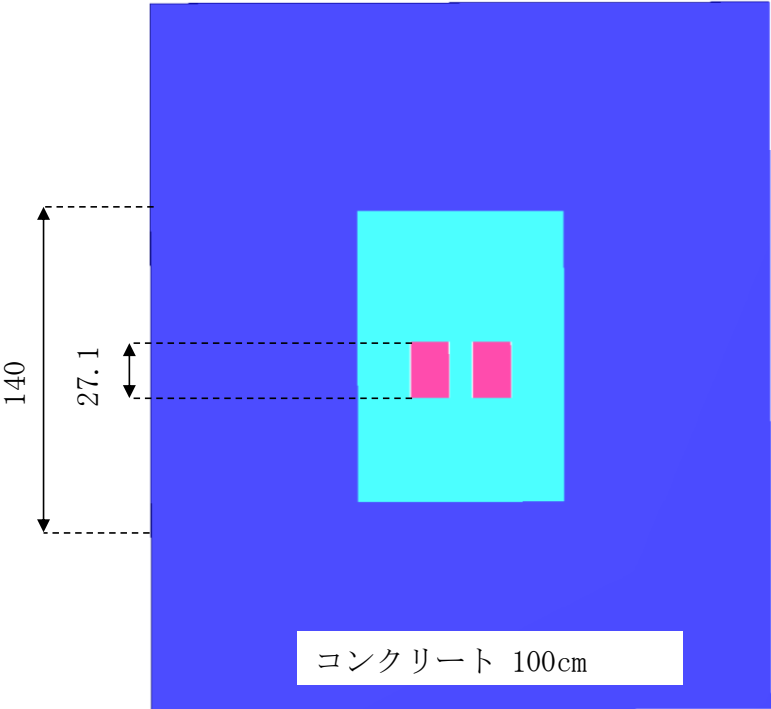
現実的な条件を設定して再計算した臨界計算項目を下表に取りまとめる。

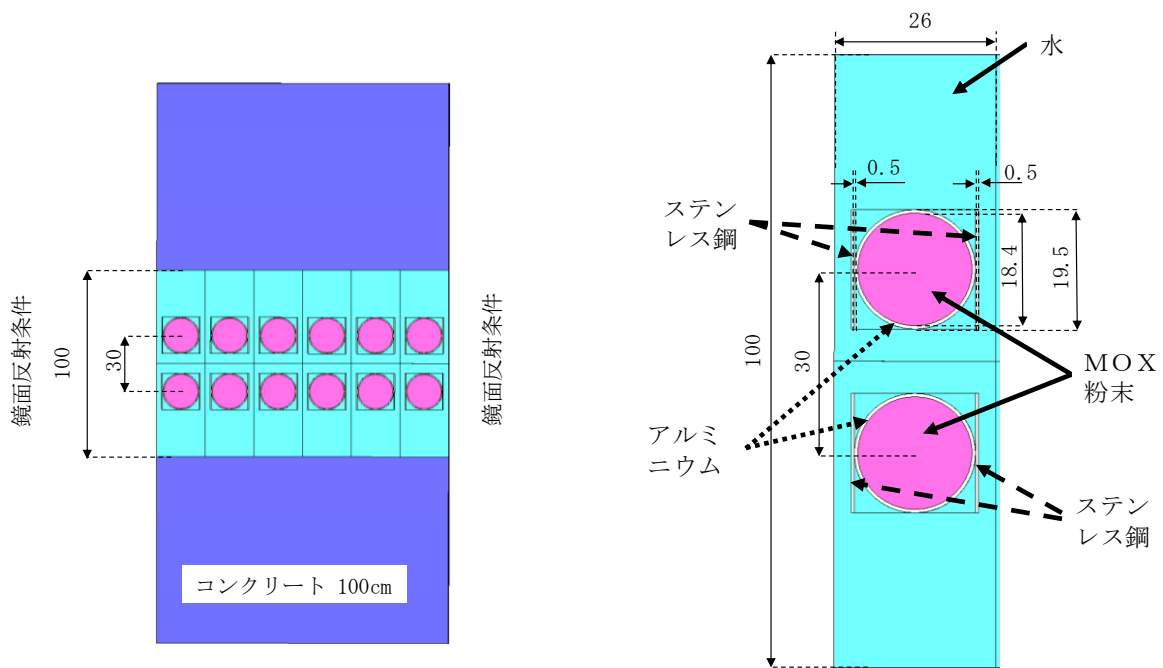
検討対象機器	参照先
混合酸化物貯蔵容器の水没	臨界計算根拠- 1
原料MOX粉末缶一時保管設備の水没	臨界計算根拠- 2
J 60の水没	臨界計算根拠- 3
J 85の水没	臨界計算根拠- 4
貯蔵マガジンの水没	臨界計算根拠- 5
燃料棒貯蔵設備の水没	臨界計算根拠- 6
燃料棒貯蔵設備の水没 (形状損傷考慮)	臨界計算根拠- 7

混合酸化物貯蔵容器の水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> • 混合酸化物貯蔵容器 粉末缶 3 体を収納 • 粉末缶 質量 15.1kg・MOX Pu 富化度 60% 核分裂性 Pu 割合 83% U 中の U-235 含有率 1.6% 含水率 28% MOX 密度 $2.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 粉末缶の容器高さ寸法 40cm • 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • 計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.887$ • 計算モデル 

原料MOX粉末缶一時保管設備の水没時の臨界計算モデルと結果

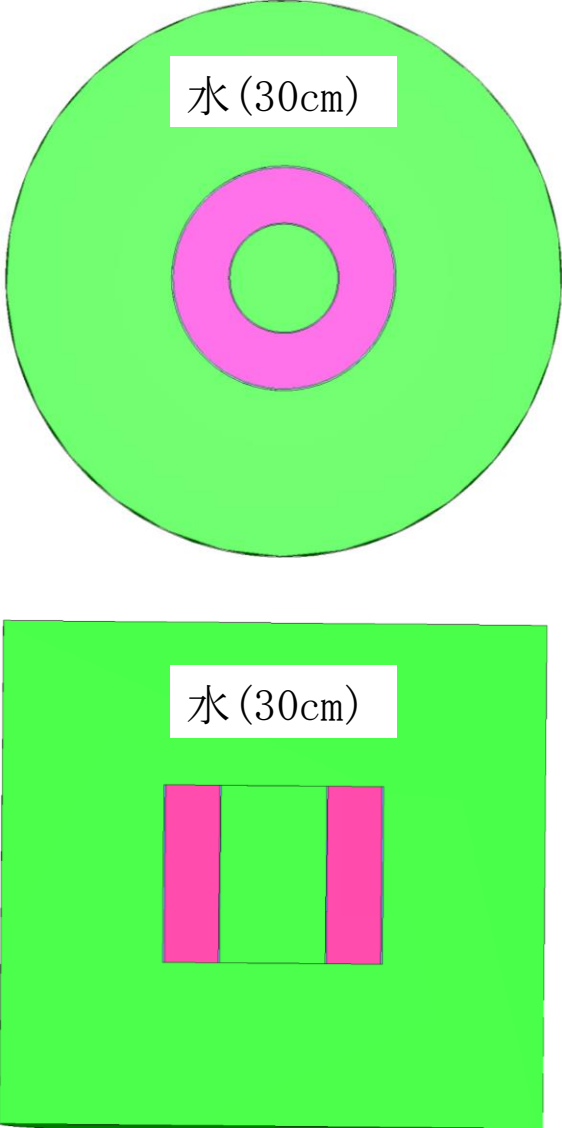
計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> ・粉末缶 質量 15.1kg・MOX Pu富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 28% MOX密度 $2.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ アルミニウム 0.55cm ・原料MOX粉末缶一時保管装置 ステンレス鋼 0.5cm ・反射体条件 コンクリート 100cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.938$ ・計算モデル  <p style="text-align: center;">計算モデル(立面図)</p> <p style="text-align: right;">単位 (cm)</p> <p style="text-align: right;">桃色 : MOX粉末 水色 : 水</p>

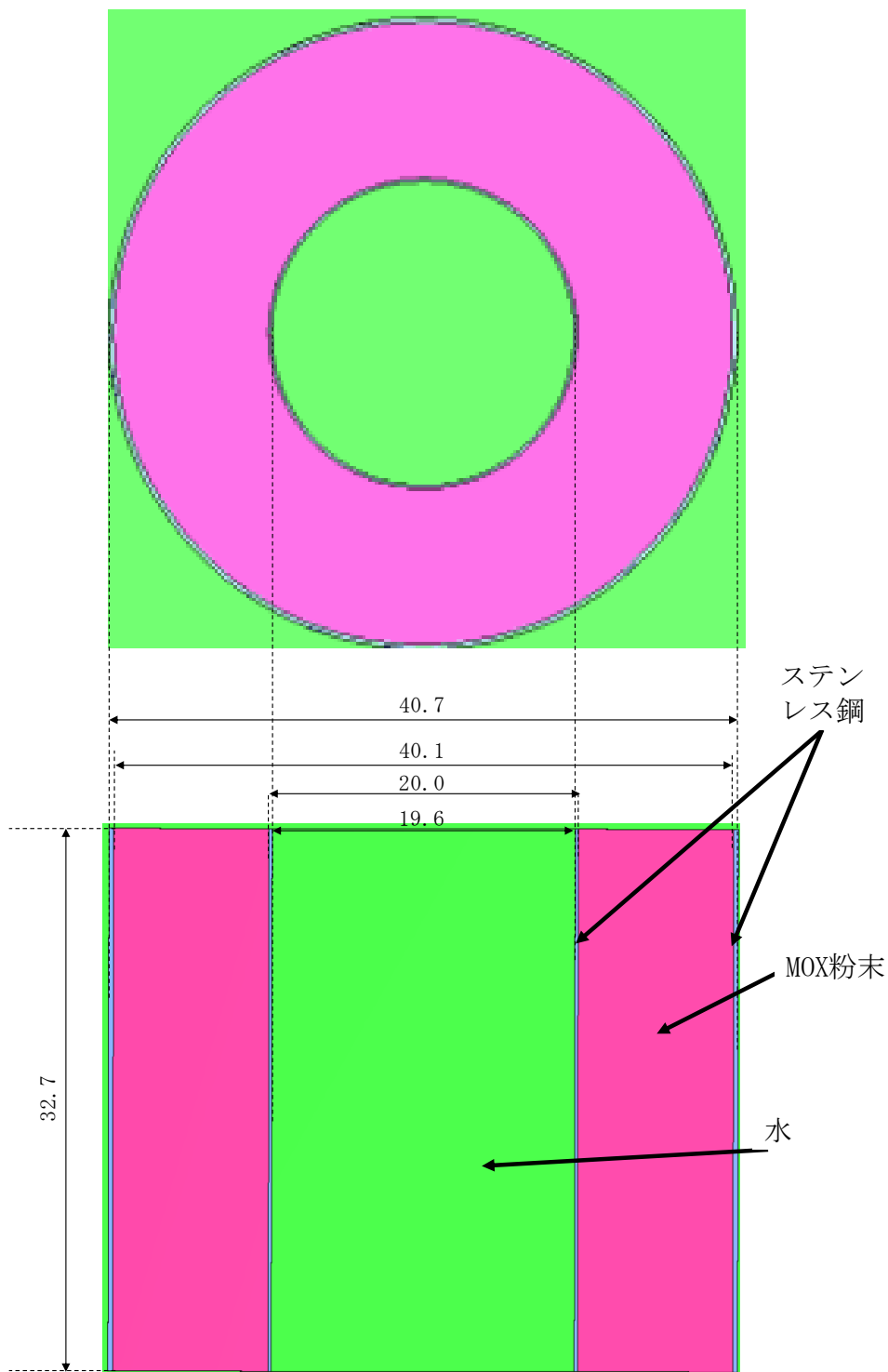


・原料MOX粉末缶一時保管設備の水没時の計算モデル(断面図)

単位 (c m)

J 60の水没時の臨界計算モデルと結果

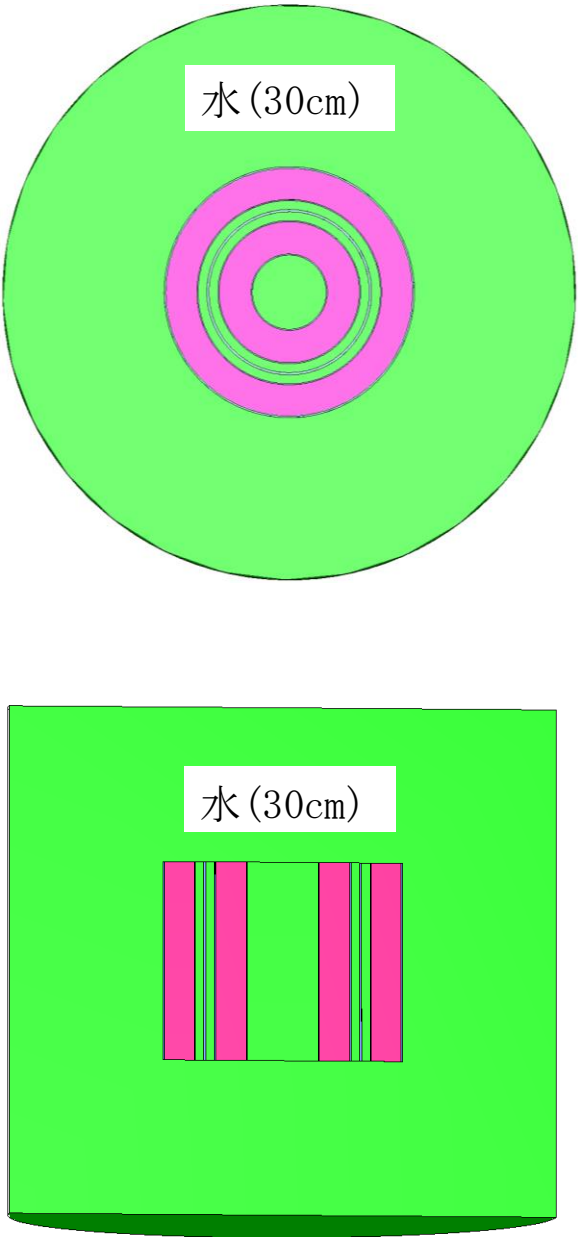
計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> • J 60 質量 65kg・MOX Pu 富化度 33% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 28% MOX密度 2.1×10³kg/m³ ステンレス鋼 0.2cm(内側) ステンレス鋼 0.3cm(外側) • 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • 計算結果 $K_{eff}+3\sigma = 0.921$ • 計算モデル <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">水(30cm)</p> <p style="text-align: center;">水(30cm)</p> <p style="text-align: center;">水反射体の配置 (断面図、立面図)</p> </div>

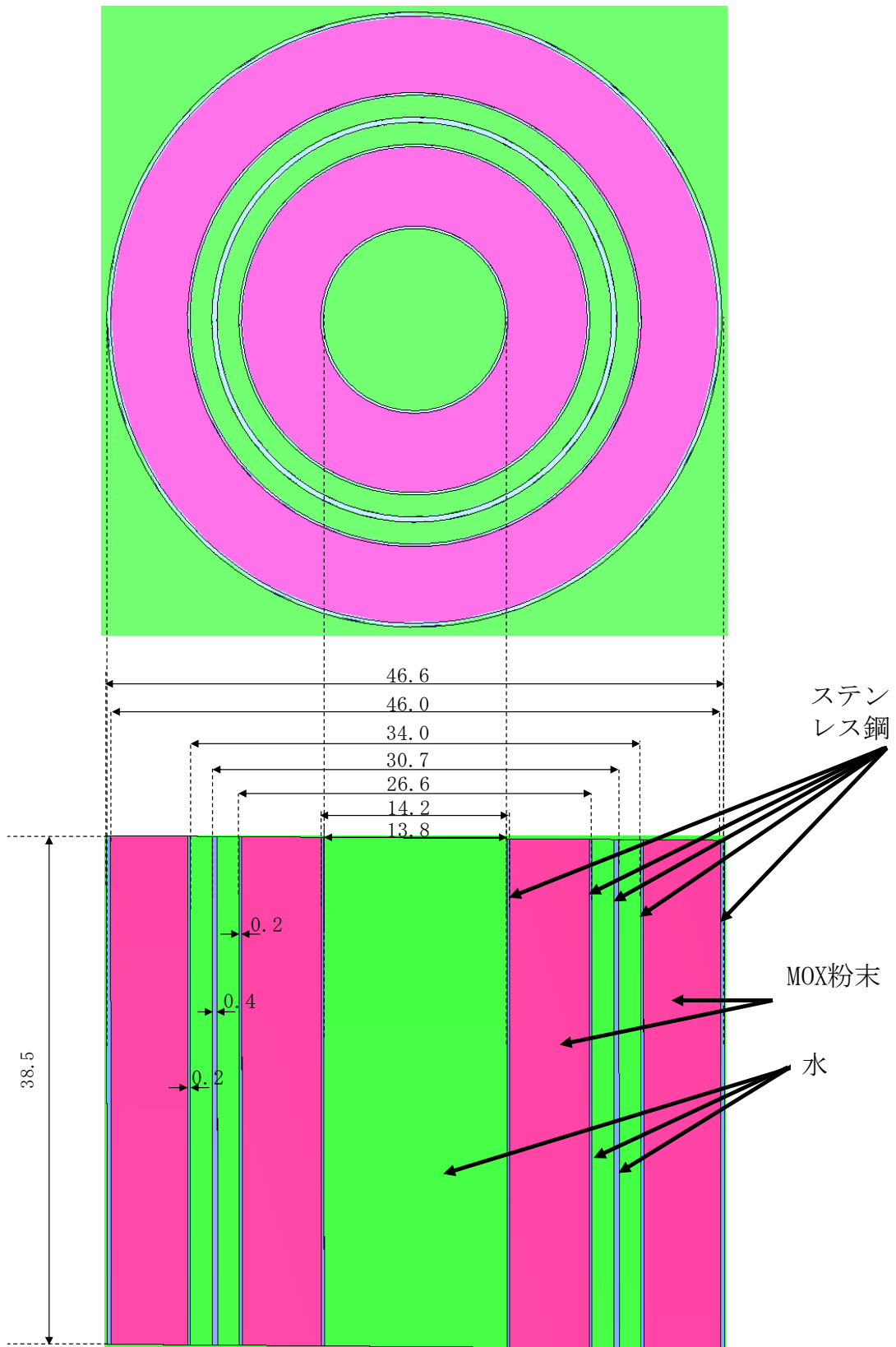


・ J 60 の水没時の計算モデル(断面図、立面図)

単位 (c m)

J85の水没時の臨界計算モデルと結果

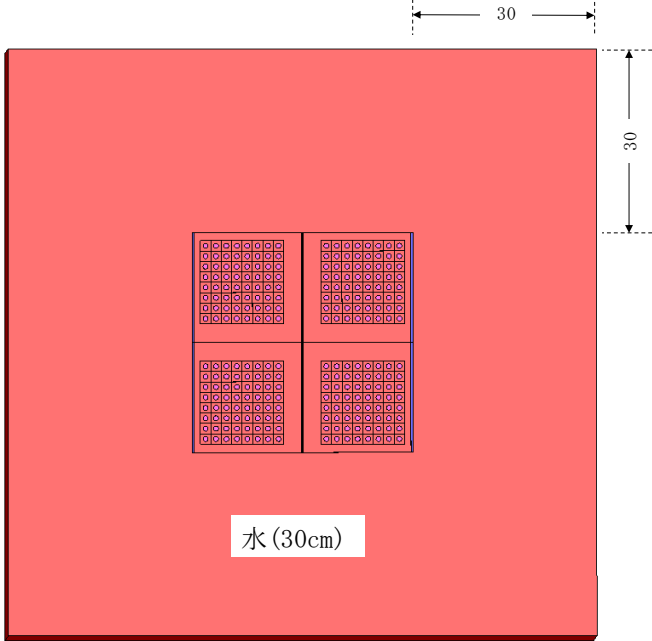
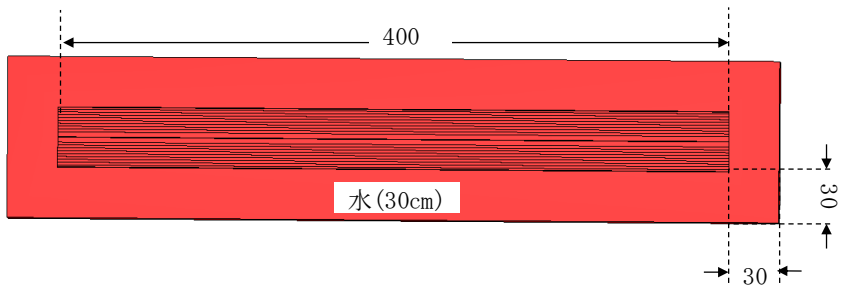
計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> • J85 質量 90kg・MOX Pu富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 28% MOX密度 $2.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ステンレス鋼 0.2cm(内側) ステンレス鋼 0.3cm(外側) ステンレス鋼 0.4cm(放熱フィン) • 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • 計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.942$ • 計算モデル <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">水 (30cm)</p> <p style="text-align: center;">水 (30cm)</p> <p style="text-align: center;">水反射体の配置 (断面図、立面図)</p> </div>

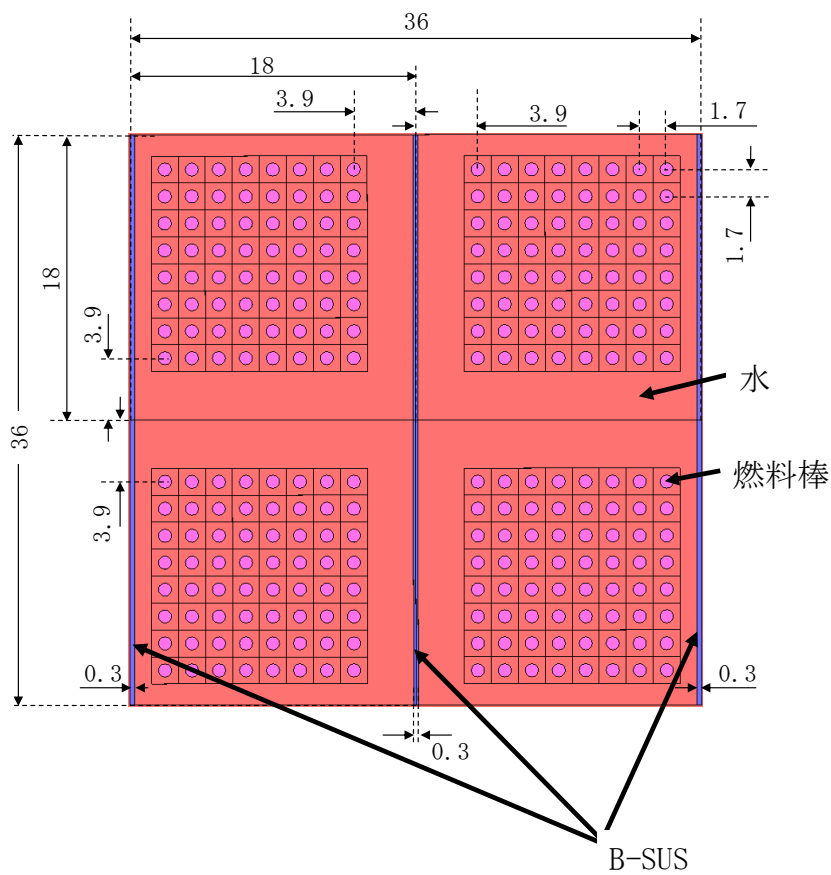


・ J 85 の水没時の計算モデル(断面図、立面図)

単位 (c m)

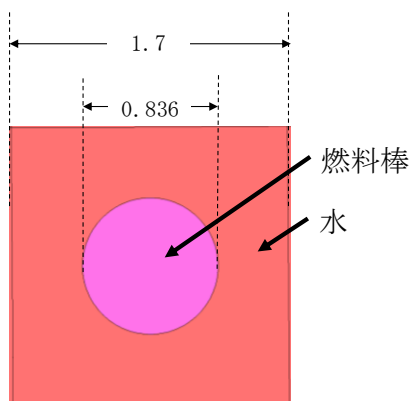
貯蔵マガジンの水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵マガジン 36cm×36cm ・ 燃料棒 PWR17×17型 Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235 含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ 中性子吸収材の配置 中性子吸収材を 両側面及び 中央に配置 ・ 中性子吸収材の 厚み ほう素（質量百分率で0.8%） 入りステンレス 鋼厚さ0.3cm ・ 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.940$ ・ 計算モデル <div style="text-align: center;">  <p>貯蔵マガジンの長さ：400cm</p> <p>貯蔵マガジン周囲30cm に水反射体</p>  <p>水反射体の配置（断面図、立面図）</p> <p>単位（cm）</p> </div>



貯蔵マガジン断面図 (水没時)

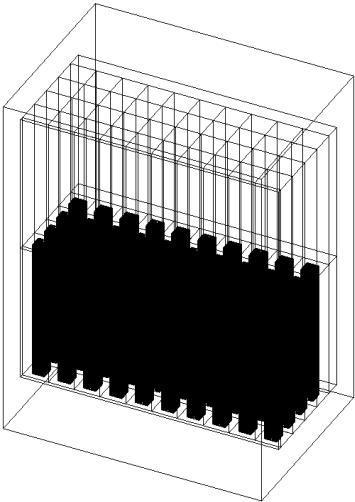
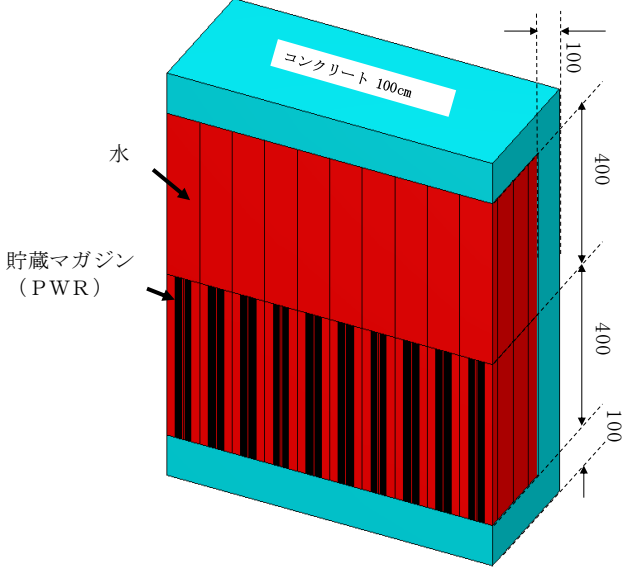
単位 (c m)

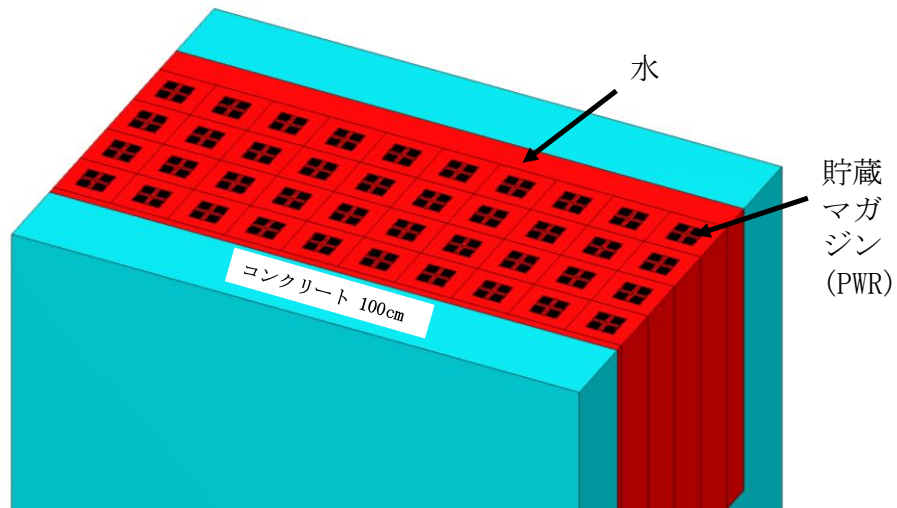


燃料棒周辺の拡大図

単位 (c m)

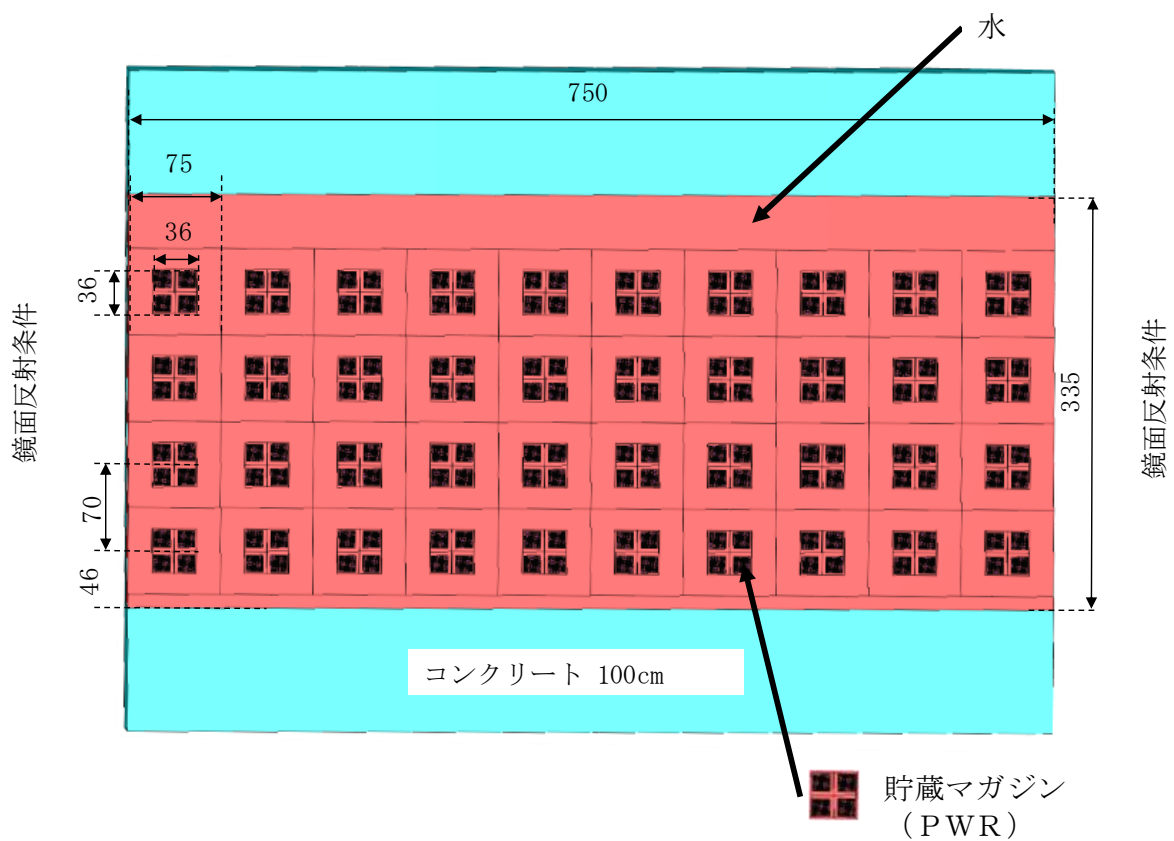
燃料棒貯蔵設備の水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵マガジン 臨界計算根拠 -5 で示した 貯蔵マガジン ・ 貯蔵マガジン の中心間距離 段方向：70cm 行方向：75cm ・ 反射体条件 コンクリート 100cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算結果 $K_{eff}+3\sigma=0.941$ ・ 計算モデル <div style="text-align: center;">  <p>透視図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>立面図</p> </div> <p style="text-align: right;">単位 (c m)</p>



燃料棒貯蔵設備の水没時の臨界計算モデル（断面図）

単位（c m）

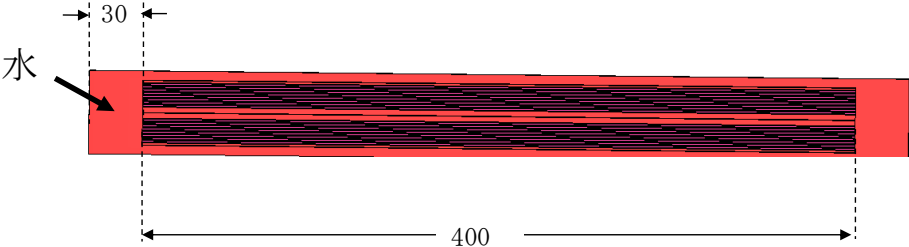


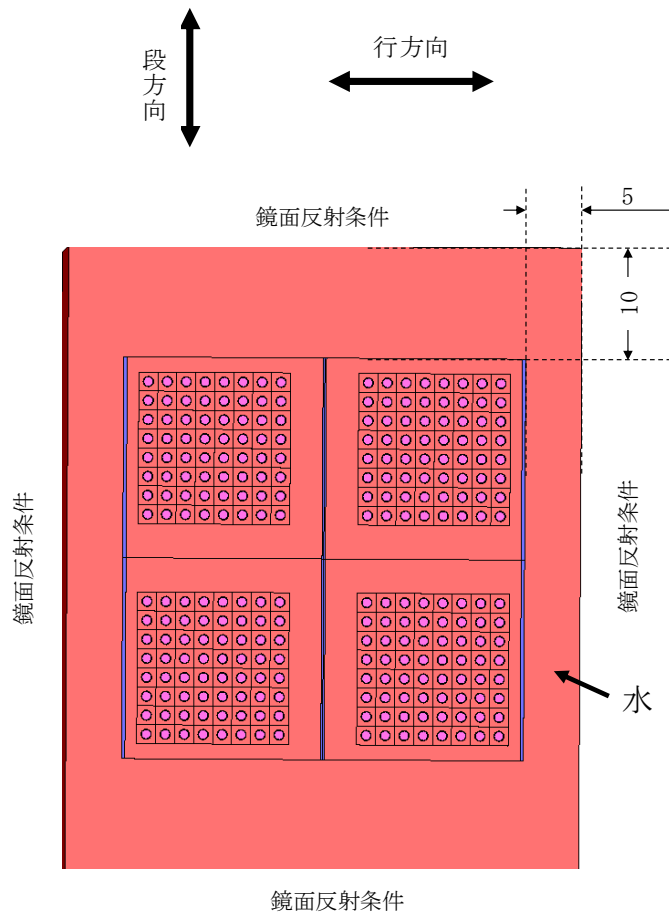
燃料棒貯蔵設備の水没時の臨界計算モデル（断面図）：貯蔵マガジン（P

WR）のモデルは臨界計算根拠-5 参照

単位（c m）

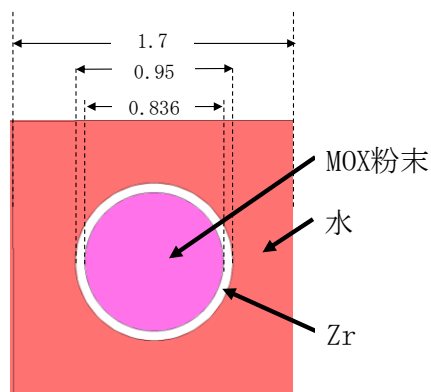
燃料棒貯蔵設備（形状損傷考慮）の水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<p>・貯蔵マガジン</p> <p>臨界計算根拠-5で示した貯蔵マガジンに被覆管としてジルコニウムを考慮</p> <p>・貯蔵マガジンの面間距離</p> <p>段方向：20cm</p> <p>行方向：10cm</p>	<p>・計算結果</p> <p>$K_{eff}+3\sigma=0.943$</p> <p>・計算モデル</p> <p>燃料棒の長さ：400cm</p> <p>マガジン 手前、奥側（燃料棒軸方向）に 30cm 水反射体</p>  <p>立面図</p> <p>単位 (cm)</p>



(断面図)：貯蔵マガジン（PWR）のモデルは臨界計算根拠-5 参照

単位（c m）



燃料棒周辺拡大図

単位（c m）

令和2年6月25日 R1

補足説明資料 3-24 (22条)

目次

1. 水素・アルゴン混合ガスの供給方法について.....	1
2. 水素ガスの取り扱いにおける安全性の確保について.....	3
(1) 高圧ガス保安法に基づく措置.....	3
(2) 事業許可基準規則第5条に準拠した措置.....	6
(3) その他水素ガスを取り扱う上での対応について.....	9
3. 水素ガスの誤供給の発生可能性について.....	11
3.1 はじめに.....	11
3.2 検討内容.....	11
3.3 結論.....	12
4. 水素ガス燃焼時の燃料加工建屋への影響.....	22
4.1 水素ガスの燃焼による影響.....	22
5. 設計等における担保事項について.....	24
5.1 燃料加工建屋に係る担保事項.....	24
5.2 エネルギー管理建屋及び第1高圧ガストレーラ庫に係る担保事項..	24
参考資料1 水素濃度測定方式の例.....	25

1. 水素・アルゴン混合ガスの供給方法について

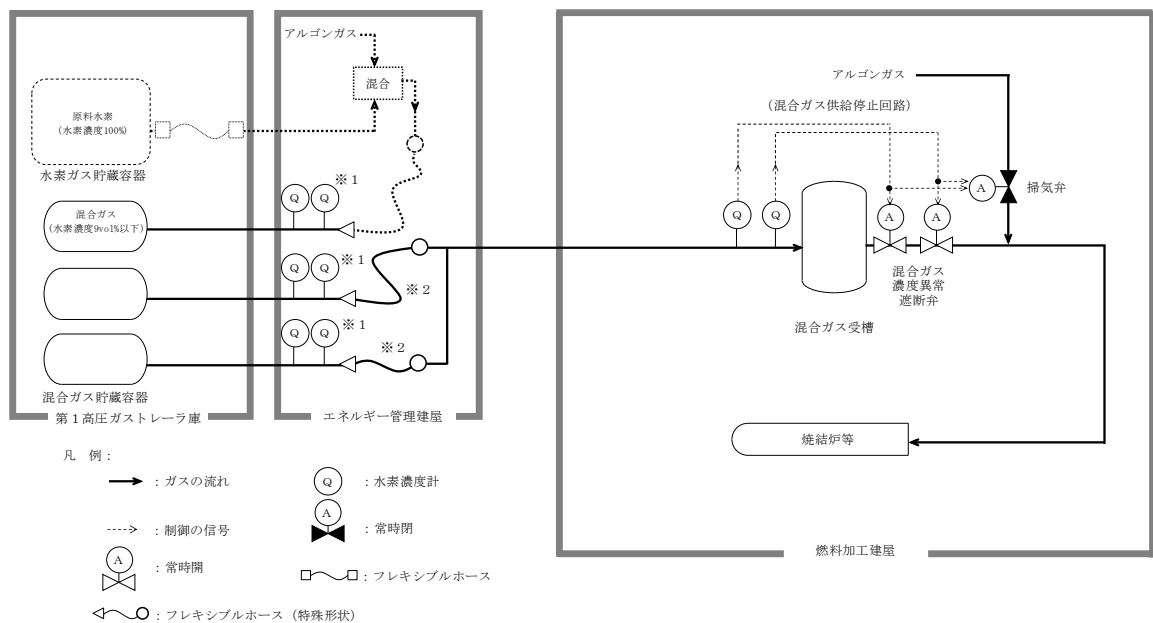
1. 1 設備概要

燃料加工建屋内のペレット加工工程ではペレットの製品品質のため、焼結炉内の雰囲気ガスとして水素濃度 9 vol%以下の水素・アルゴン混合ガス（以下「混合ガス」という。）を使用する。

以下に燃料加工建屋への混合ガスの供給方法について示す。

- (1) 燃料加工建屋で使用する混合ガスは、エネルギー管理建屋にて、水素濃度を 9 vol%以下に調整しながら混合ガス貯蔵容器に圧縮充填する。
- (2) 混合ガス貯蔵容器内の水素ガスの濃度を確認した上で、混合ガス貯蔵容器をフレキシブルホースにて燃料加工建屋への供給系統に接続し、燃料加工建屋へ混合ガスを供給する。

混合ガスの供給に係る概念図を図 1 に示す。



※ 1 : 混合ガス貯蔵容器を燃料加工建屋への供給系統へ接続する際は異なる種類の測定方式の水素濃度計にて測定した後、燃料加工建屋への供給系統へ接続する。
※ 2 : 混合ガス貯蔵容器と燃料加工建屋への供給系統の接続口は一般的な接続口と異なる特殊な形状を使用する。

図 1 混合ガス供給概念図

混合ガス製造工程は、アルゴンガスに所定の比率で水素ガスを添加・混合することで、焼結炉等で必要な所定の水素濃度の混合ガスを製造する工程であり、水素濃度を調整しながら、混合ガスを混合ガス貯蔵容器に充填する。

アルゴンガスは液化アルゴン貯槽において液化ガスとして貯留し、混合ガスの製造に必要な量を蒸発器にて大気と熱交換し気化させ使用する。水素ガスは水素ガス貯蔵容器において圧縮ガスとして貯留し、混合ガスの製造に必要な量を使用する。

混合ガス製造工程においては、混合ガスの水素濃度を9 vol%以下に制限するため、混合ガスの水素濃度を常時監視する水素濃度計を系統中に設置し、水素濃度高を検知した場合にはインターロックにより水素ガス貯蔵容器からの流路を遮断する弁が自動で作動する設計とする。これにより、万一、系統中の設備に異常が発生した場合でも、混合ガス貯蔵容器内の水素濃度が9 vol%を超えることはない。

混合ガスの製造・供給系統の概念図を図2に示す。

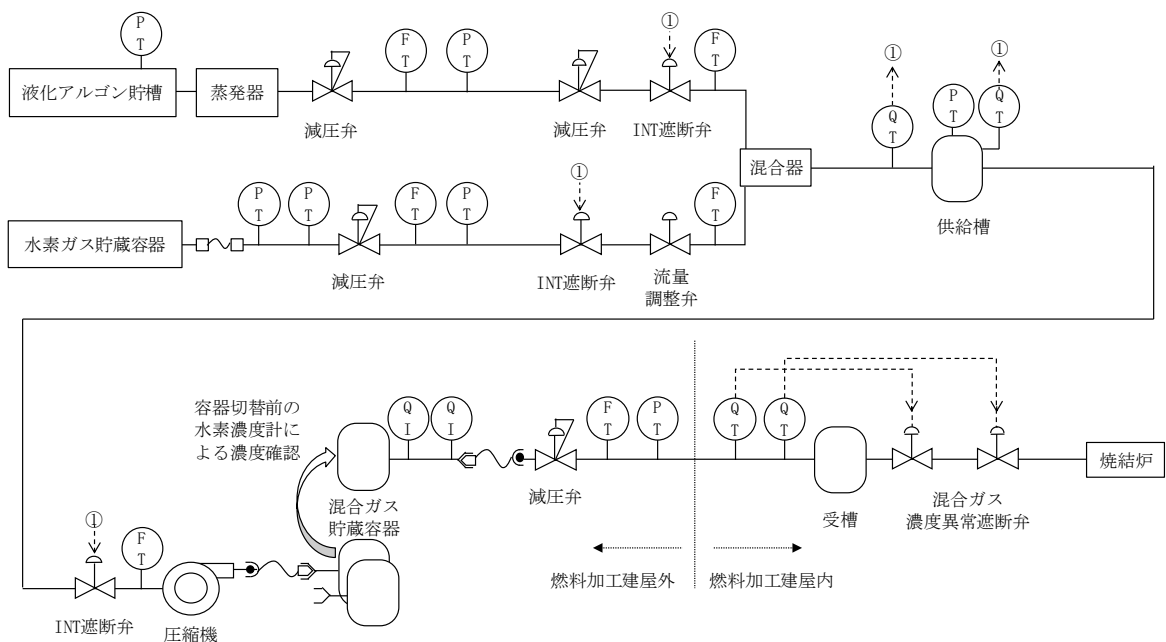


図2 混合ガスの製造・供給系統概念図

2. 水素ガスの取り扱いにおける安全性の確保について

(1) 高圧ガス保安法に基づく措置

エネルギー管理建屋のガス設備において取り扱うガスは、通常運転時における圧力が1 MPa以上又は常温で0.2 MPa以上となる液化ガスであることから、高圧ガス保安法の規制を受ける。規制範囲を図3に示す。

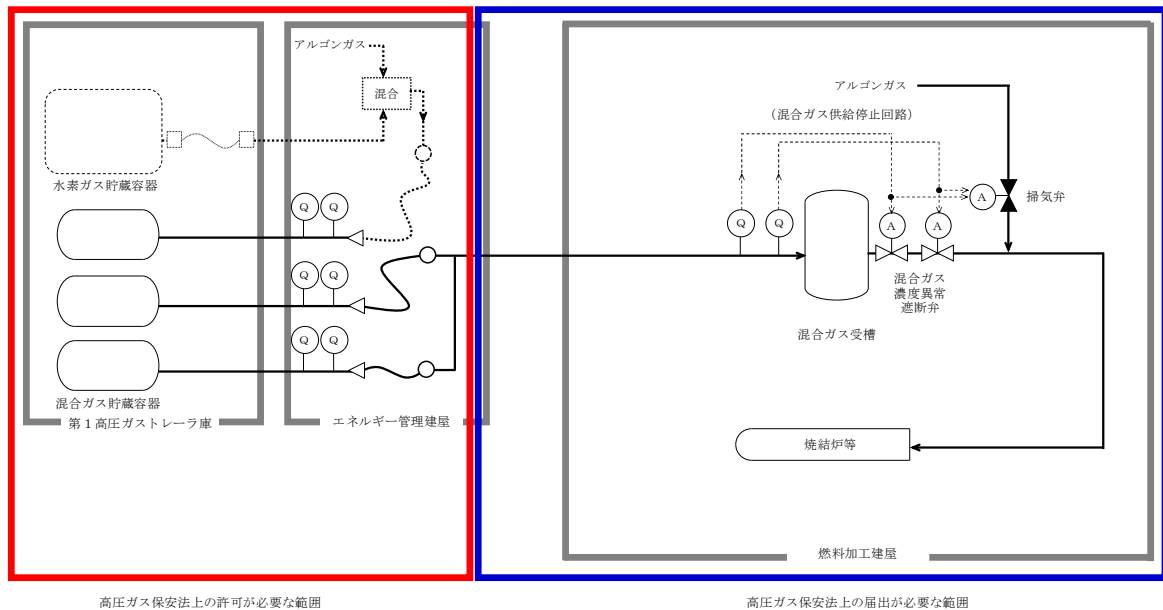


図3 高圧ガス保安法上の規制範囲

高圧ガス保安法は高圧ガスによる災害防止及び公共の安全を確保するものであり、高圧ガスの製造等において許可等の義務を課すことに加えて、民間事業者、高圧ガス保安協会等による自主的な保安活動を促進することを目的に規定されたものである。

エネルギー管理建屋のガス設備については表1のとおり設計対応を行うことで、高圧ガス保安法の技術基準等の要求事項を満足する設計とする。

また、高圧ガス保安法に基づき、高圧ガスの製造許可を都道府県知事より取得するとともに、都道府県知事による検査として、ガス設備

の設置後に実施される完成検査及び年1回の頻度で実施される保安検査を通じて、当該設備が技術上の基準を満足していること及び適切な保安措置が実施されていることが確認される。

混合ガス製造工程及び燃料加工建屋への供給においては、系統の一部を可搬型の設備により接続することとしているが、水素ガス貯蔵容器及び混合ガス貯蔵容器のような高圧ガスの貯蔵容器の接続操作は、民間規格「圧縮水素スタンド安全技術基準」においてフレキシブルホースの接続・切り離し時の措置が定められており、MOX燃料加工施設においても当該規格に準拠した操作手順とすることで、接続操作時の漏えいを防止する。

水素ガス貯蔵容器の接続時の手順の一例としては、フレキシブルホースの接続後に、受け入れ側の元弁を閉止した状態で水素ガス貯蔵容器の元弁を微開し、少量の水素を通し、発泡液等を使用して接続部等からの水素ガスの漏えいがないことを確認した後、水素ガス貯蔵容器の元弁を全開し、その後に受け入れ側の元弁を開ける。

なお、フレキシブルホースの嵌合はねじ込み式を採用することを想定しており、作業員の接触等により容易に嵌合部が脱落するようなことはない。

表1 高圧ガス保安法等の要求事項及びエネルギー管理建屋等における設計方針

高圧ガス保安法の 技術基準等での要求事項	エネルギー管理建屋等のガス設備における対応
可燃性ガスのガス設備は気密な構造とすること。	可燃性ガスの接ガス部は溶接構造等とし，気密性を確保する。
圧力計を設け，圧力が許容圧力を超えた場合に許容圧力以下に戻すことのできる安全装置を設けること。	安全弁により異常な圧力上昇を防止する。
可燃性ガスの製造施設には当該製造施設から漏えいするおそれのある箇所に当該ガスの漏えいを検知し，かつ，警報のための設備を設けること。	製造設備を設置する室には水素ガスの漏えい検知器を設置し，漏えいを検知した場合には中央監視室に警報を発する設計とする。
可燃性ガスの製造設備には当該設備に生ずる静電気を除去する措置を講ずること。	着火源となる可能性のある可燃性ガスの製造設備は接地する。
可燃性ガスの高圧ガス設備に係る電気設備は，その設置場所及び当該ガスの種類に応じた防爆性能を有する構造のものであること。	可燃性ガスの高圧ガス設備に係る電気設備は，設置場所及び当該ガスの種類に応じて防爆性能を有する構造とする。
可燃性ガスの製造設備を設置する室は当該ガスが漏えいしたとき滞留しないような構造にすること。	可燃性ガスの製造設備を設置する室は機械換気を行うことにより，漏えいしたガスが滞留し難い構造とする。
容器置き場は当該ガスが漏えいしたとき滞留しないような構造とすること。	水素ガス貯蔵容器及び混合ガス貯蔵容器は開放面を有し漏えいしたガスが滞留し難い第1高圧ガストレーラ庫に設置する。
経済産業大臣が定める耐震設計の基準により地震に対して安全な設計とすること。	経済産業大臣が定める耐震設計の基準に基づき設計・評価を実施する。
可燃性ガス，酸素の容器置き場には適切な消火設備を設けること	水素ガス貯蔵容器及び混合ガス貯蔵容器の容器置き場には消火設備を設ける。

(2) 事業許可基準規則第5条に準拠した措置

混合ガス製造工程が設置されるエネルギー管理建屋及び第1 高圧ガストレーラ庫は、核燃料物質を取り扱わず、また、燃料加工建屋への混合ガスの供給は混合ガス貯蔵容器から供給するため、前記の建屋で発生した異常が燃料加工建屋に波及することはない。そのため、エネルギー管理建屋及び第1 高圧ガストレーラ庫は事業許可基準規則の適用を受けるものではない。

一方、事業許可基準規則第5条（火災等による損傷の防止）では、火災又は爆発により安全性が損なわれないことを要求していることから、混合ガス製造工程の設計にあたっては第5条の要求事項にも準拠することとする。

第5条の要求事項及び燃料加工建屋における設計方針を表2に整理するとともに、エネルギー管理建屋及び第1 高圧ガストレーラ庫の設計において反映する事項を整理する。

整理の結果、表2のとおり、エネルギー管理建屋及び第1 高圧ガストレーラ庫は、高圧ガス保安法に基づく設計のみならず、事業許可基準規則第5条にも準拠した設計となっていることを確認した。

表2 第5条の要求事項及びエネルギー管理建屋等における設計方針

第5条における 要求事項	事業許可基準規則第5条での 要求事項に基づく設計	エネルギー管理建屋等のガス設備における設計
火災及び爆発の 発生防止	水素濃度が9vol%を超える場合には、焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を自動で停止する設計とする。	エネルギー管理建屋では、水素濃度が9vol%を超える場合に混合ガス貯蔵容器への供給を停止する設計とする。
解釈2項第三号 火災及び爆発の 発生防止	水素・アルゴン混合ガスを取り扱う系統及び機器のうち、漏電により着火源となるおそれのある機器及び静電気の発生のおそれのある機器は接地を施す設計とする。	着火源となる可能性のある水素ガス及び混合ガスを取り扱う機器等は接地を施す設計とする。
解釈2項第三号 漏えい防止	水素・アルゴン混合ガスを内包する設備は、溶接構造等により火災区域内への水素の漏えいを防止する。	水素ガス及び混合ガスを取り扱う機器等は、溶接構造等により漏えいし難い設計とする。
解釈2項第三号 換気、漏えい検 知	機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。	屋内のガス設備を設置する室は機械換気を行うことにより、漏えいしたガスが滞留し難い設計とする。
解釈2項第三号 空気の混入防止 対策	水素・アルゴン混合ガスを内包する焼結炉等は、万一の室内への水素の漏えいを早期に検知するため、火災区域内においてこれらの系統及び機器を設置する室に水素漏えい検知器を設置し、制御第1室、制御第4室及び中央監視室に警報を発する設計とする。	製造設備を設置する室には水素ガスの漏えい検知器を設置し、漏えいを検知した場合には中央監視室に警報を発する設計とする。

第5条における 要求事項	事業許可基準規則第5条での 要求事項に基づく設計	エネルギー管理建屋等のガス設備における設計
解釈2項第三号 空気の混入防止 対策	焼結炉等、水素・アルゴン混合ガスを使用する機器の接続部は、溶接又はフランジ接続により空気が流入しにくい設計とする。	混合ガス製造工程の系統内はアルゴンガス又は水素ガスにより常時陽圧となっている。また、混合ガス製造工程には空気を加圧する系統は存在しない。このため、万一接続部等に隙間が生じ、系統内のガスが漏出した場合においても系統内に空気が流入するおそれはない。
解釈2項第三号 空気の混入防止 対策	水素・アルゴン混合ガスを受け入れる配管には、逆止弁を設置し、配管が破断した場合に空気が焼結炉等内に流入することを防止する設計とする。	同上
解釈2項第三号 空気の混入防止 対策	焼結炉内等への空気の混入を監視する目的で酸素濃度計を設置し、検出された場合にはヒータ電源を自動で遮断し不活性のアルゴンガスで掃気するとともに、制御第1室及び中央監視室に警報を発する設計とする。	同上
解釈2項第三号 空気の混入防止 対策	焼結炉の出入口に入口真空置換室及び出口真空置換室を設け、容器を出し入れする際に置換室の雰囲気置換し、焼結炉内へのグローブボックス雰囲気が流入しない設計とする。	同上
解釈2項第三号 空気の混入防止 対策	小規模焼結処理装置は、容器を炉内へ装荷した後、炉内雰囲気を置換し、炉内へグローブボックス雰囲気が流入しない設計とし、焼結時のみ水素・アルゴン混合ガス雰囲気にすることで、空気と混合することが無い設計とする。	同上

(3) その他水素ガスを取り扱う上での対応について

2. (1)及び(2)に示す対応に加え、水素濃度 9 vol%以下の混合ガスを燃料加工建屋に供給することを担保するための設計及び運用方法を以下に示す。

a. 混合ガス貯蔵容器を接続する，燃料加工建屋への供給系統の接続口は，原料水素を貯留する水素ガス貯蔵容器と誤接続できないよう，一般的な接続口とは異なる特殊な形状の接続口を選定する。

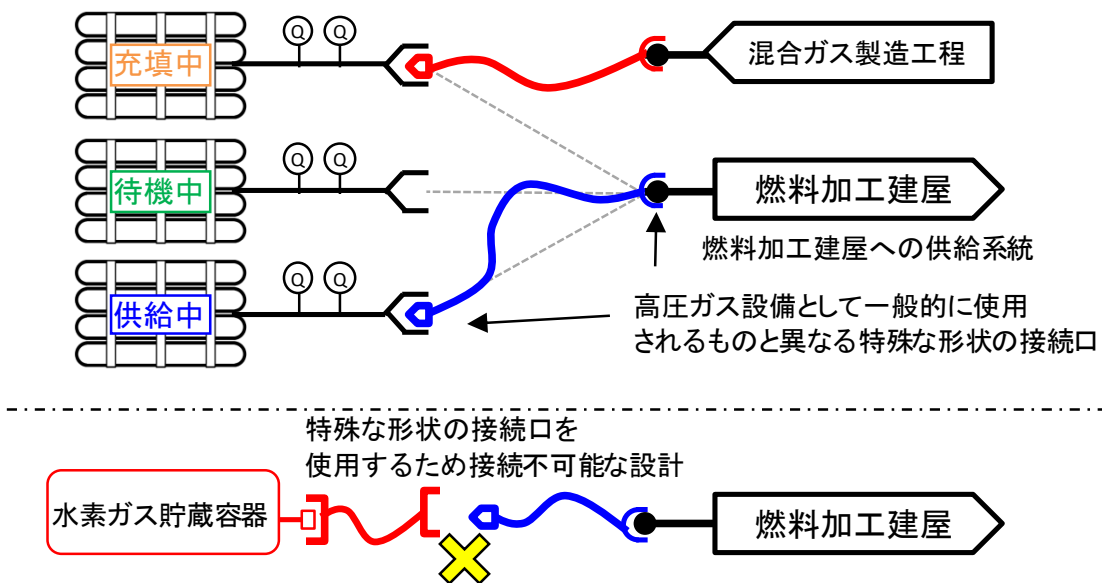


図4 安全設計概念図 (1 / 2)

b. 混合ガス貯蔵容器を燃料加工建屋への供給系統へ接続するのに先立ち，2名の作業員により混合ガスの水素濃度を測定し，9 vol%以下であることを確認する。水素濃度は異なる測定方式の水素濃度計を用いて測定し，双方の水素濃度計において水素濃度が9 vol%以下であることを確認した場合に接続する。

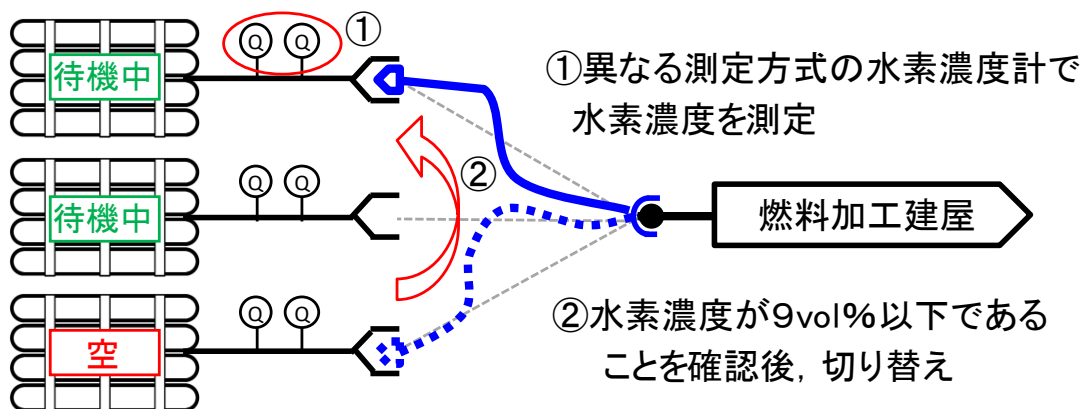


図5 安全設計概念図 (2 / 2)

上記設計及び運用とすることにより、水素濃度が9 vol%を超える混合ガスが燃料加工建屋に供給されることはない。

3. 水素ガスの誤供給の発生可能性について

3. 1 はじめに

重大事故等において、水素濃度が9 vol%を超える混合ガスの供給が想定される事象が生じ得るか、外的要因、内的要因の観点より整理した結果、内的事象として、多重の故障等を想定した場合に燃料加工建屋へ供給する混合ガスの水素濃度が9 vol%を超えて上昇するケース数として4ケースを特定した。

しかし、混合ガスの水素濃度が9 vol%を超えて上昇するためには、多重の障壁が無効となることが必要であり、燃料加工建屋へ水素濃度が9 vol%を超える混合ガスが供給されることは発生し得ない。以降に具体的な検討内容を示す。

3. 2 検討内容

混合ガスの製造に必要となる原料水素及びアルゴンガスを供給する水素ガス設備及びアルゴンガス設備から焼結炉までの系統において、外的事象及び内的事象により、爆轟に至る可能性のある水素濃度が9 vol%を超える混合ガスを供給する可能性について整理した。

(1) 外的要因

外的事象として地震、火山の影響等により、混合ガス製造工程の設備が損傷する可能性が想定される。その場合においても、燃料加工建屋に混合ガスを供給している混合ガス貯蔵容器内の水素濃度は9 vol%を超えず、混合ガス製造工程と混合ガス貯蔵容器は切り離されているため、混合ガス製造工程における異常が燃料加工建屋に伝播することはない。

(2) 内的要因

内的事象として、混合ガス製造工程に係る機器の故障、誤作動又は運転員の誤操作を想定した場合において、燃料加工建屋に9 vol%を超える混合ガスが供給される可能性を検討した結果、燃料加工建屋に水素濃度が9 vol%を超える混合ガスが供給される想定ケースは4ケースである。

検討においては、関連する水素濃度維持機能の数を障壁数とし整理した。また、燃料加工建屋に9 vol%を超えた混合ガスが供給されるまでの時間余裕を踏まえ、運転員による確認に期待できる回数を障壁数として整理した。

3. 3 結論

混合ガスの水素濃度が9 vol%を超えた混合ガスが供給されるケース数として4ケースを想定し、それぞれのケースごとに物理的に発生し得る可能性及び発生し得る場合には異常の発生防止及び拡大防止に係る障壁数を算定した。

その結果、最も障壁数が少ないと見積もられるケースにおいても、障壁数は20以上であり、水素濃度が9 vol%を超える混合ガスが供給される事象は発生し得ないと評価した。

表 3 混合ガスの水素濃度の上昇に係る想定ケースの概要

ケース名	概要
ケース 1. 原料水素の誤供給	水素濃度が 9 vol%以下に調整された混合ガスを充填した混合ガス貯蔵容器を燃料加工建屋に接続する際に、水素ガス貯蔵容器を誤操作により燃料加工建屋への供給系統に接続する。
ケース 2. 希釈用アルゴンガスの流量低	混合ガス製造工程において混合するアルゴンガスの流量が低下していることに気づかず、混合比を誤った状態で混合を継続し、混合ガス貯蔵容器に水素濃度が 9 vol%を超える混合ガスを充填する。
ケース 3. 原料水素の流量高	混合ガス製造工程において混合する水素ガスの流量が規定値よりも大きいことに気づかず、混合比を誤った状態で混合を継続し、混合ガス貯蔵容器に水素濃度が 9 vol%を超える混合ガスを充填する。
ケース 4. 液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給	希釈用アルゴンは液化した状態で貯槽に貯留するが、液化アルゴンと液化水素をとり間違え、液化アルゴン貯槽に液化水素を供給することで、混合ガス貯蔵容器に水素濃度が 9 vol%を超える混合ガスを充填する。

a. ケース 1 原料水素の誤供給
原料水素を焼結炉に直接供給してしまう

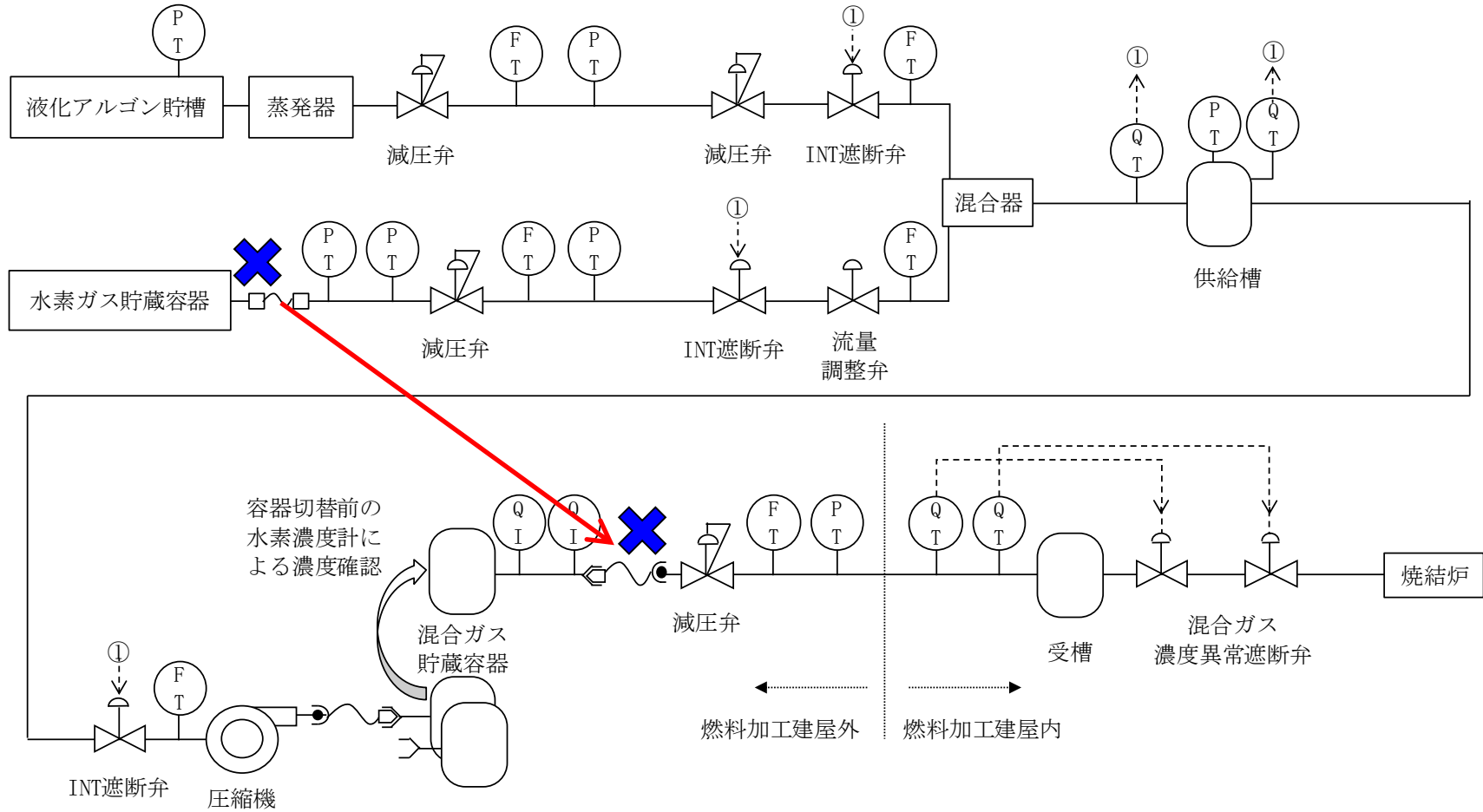


図6 ケース 1 想定事象発生箇所

表4 ケース1における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
原料水素を燃料加工建屋に直接供給してしまう。	(設備の配置上の制約及び構造上の制約により，水素ガス貯蔵容器を燃料加工建屋への供給系統に接続できない)	—	—	—	—	—	直接接続することが物理的に困難であり想定できない。

第1 高圧ガストレーラ庫

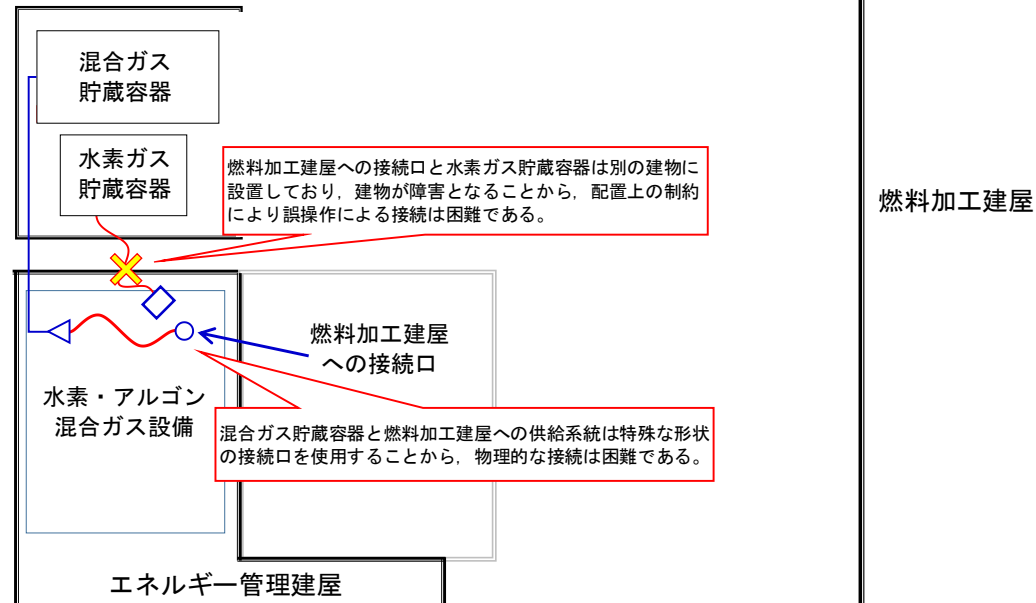


図7 設備配置イメージ図

b. ケース 2 希釈用アルゴンガスの流量低

希釈用アルゴン流量の低下 かつ 水素濃度計全数故障 かつ 容器切替時の濃度確認の失敗

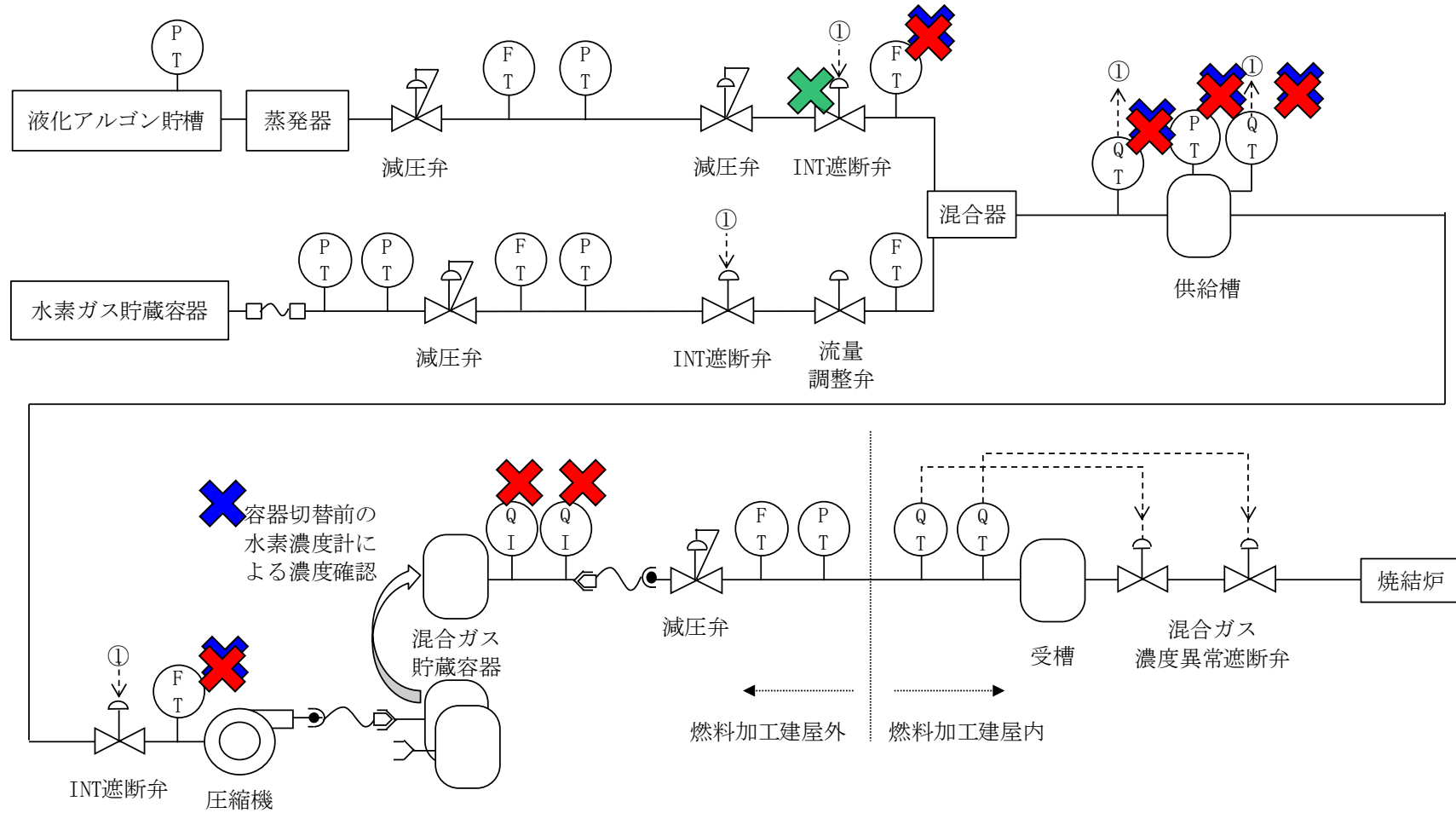


図8 ケース 2 想定事象発生箇所

表5 ケース2における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
希釈用アルゴン 流量の低下 かつ 水素濃度計全数 故障 かつ 容器切替時の濃 度確認の失敗	<ul style="list-style-type: none"> • <u>アルゴン INT 遮断弁の誤作動 (閉) : 1</u> • <u>系统中的の流量計の故障 : 2</u> • <u>系统中的の水素濃度計の故障 : 4</u> • <u>系统中的の圧力計の故障 : 1</u> • <u>運転員による上記計器の指示値確認 :</u> <u>1回/時間*10時間/バッチ* (計器数 : 1セット) =10回</u> • <u>容器入替前の水素濃度の確認 :</u> <u>1回*2人=2</u> • <u>供給開始時の水素濃度の確認 :</u> <u>1回*1人*2計器=2</u> 	<u>22</u>	7	1	<u>14</u>	10 時間 (貯蔵容器 1 基あたりの充填時間)	充填完了までの時間が長く、障壁数も <u>20</u> 回以上であるため、アルゴン流量低を想定してもその状態が継続することはない。また、本プロセスは連続ではなくバッチであり、容器切替前に水素濃度を確認してから次工程に進むものであるため、発生の可能性はない

c. ケース 3 原料水素の流量高

原料水素流量超過 かつ 水素濃度計全数故障 かつ 容器切替時の濃度確認の失敗

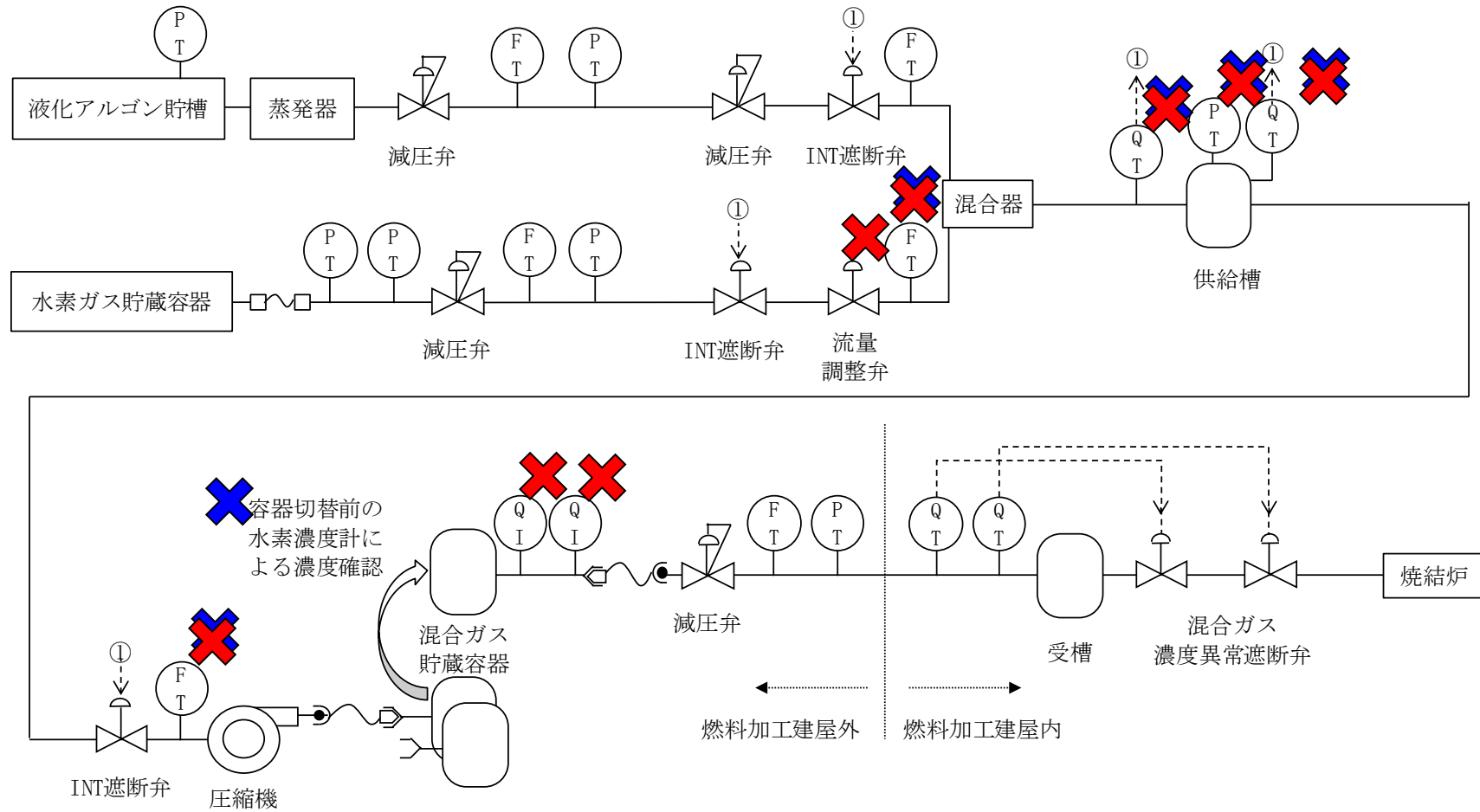


図9 ケース 3 想定事象発生箇所

表6 ケース3における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
水素流量超過 かつ 水素濃度計全数 故障 かつ 容器入れ替え前 の濃度確認の失 敗	<ul style="list-style-type: none"> ・水素流量調整弁の故障：1 ・系统中的の流量計の故障：2 ・系统中的の水素濃度計の故障：4 ・系统中的の圧力計の故障：1 ・運転員による上記計器の指示値 確認： <u>1回/時間*10時間/バッチ*(1 セット) =10回</u> ・容器入替前の水素濃度の確認： 1回*2人=2 ・供給開始時の水素濃度の確認： 2 	<u>22</u>	8	0	<u>14</u>	10時間（貯蔵容器 1基あたりの充填時 間）	充填完了までの時間が長 く，障壁数も <u>20</u> 回以上で あるため，水素流量高を 想定してもその状態が継 続することはない。 また，本プロセスは連続 ではなくバッチであり， 容器切替前に水素濃度を 確認してから次工程に進 むものであるため，発生 の可能性はない

d. ケース 4 液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給
 液化アルゴン貯槽に誤って液化水素を充填することによる水素濃度高

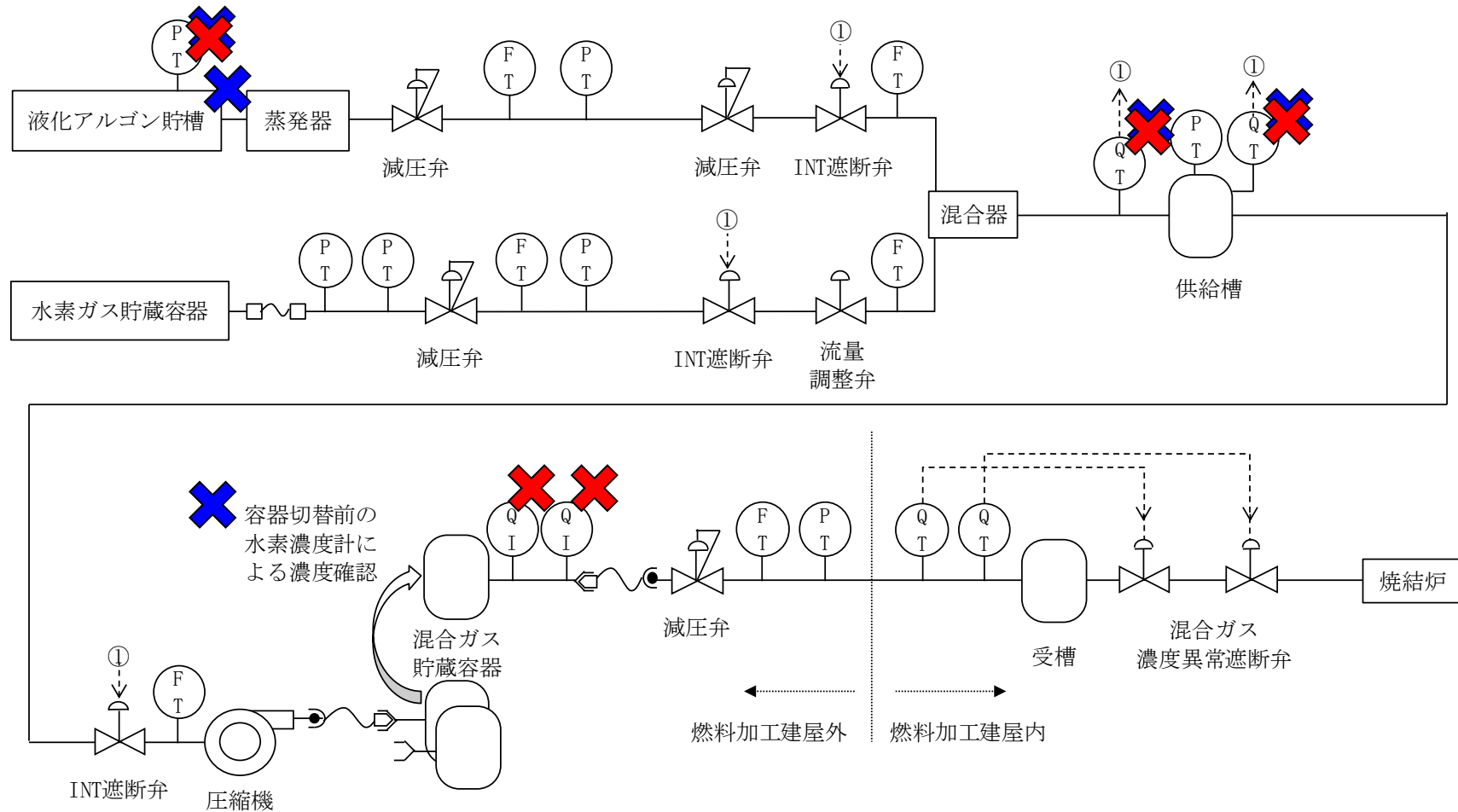


図 10 ケース 4 想定事象発生箇所

表7 ケース4における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
液化アルゴン貯槽に誤って液化水素を充填することによる水素濃度高	<ul style="list-style-type: none"> ・液化アルゴン貯槽への液化水素の誤充填：1 ・系统中的の水素濃度計の故障：4 ・系统中的の圧力計の故障：1 ・液化水素投入時の圧力計指示値確認：1回 ・運転員による上記計器の指示値確認： 1回/時間*10時間/バッチ*計器数(1セット)=10回 ・容器入替前水素濃度の確認： 1回*2人=2 ・供給開始時の水素濃度の確認： 2 	21	5	0	16	10時間 (貯蔵容器1基あたりの充填時間)	液化アルゴン貯槽へ液化水素を誤って供給した場合，液体の沸点の差により，供給した水素が速やかに蒸発し，液化アルゴン貯槽内の圧力が異常を示すことに加え，アルゴン供給系統上に設けられた安全弁が作動し，ガスが噴出することから，目視により異常を確認でき，それ以上異常が進展しない

4. 水素ガス燃焼時の燃料加工建屋への影響

4. 1 水素ガスの燃焼による影響

第1 高圧ガストレーラ庫において水素が漏えいした場合には、水素ガスは拡散性が高いこと、第1 高圧ガストレーラ庫の開放面から大気中にすぐさま放出されることから、漏えいした水素ガスにより爆轟に至ることは考え難い。

仮に、第1 高圧ガストレーラ庫において水素ガスが漏えいし、漏えいした水素ガスに着火した場合の燃料加工建屋への影響については、「整理資料 第9条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災） 補足説明資料5－4 敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発に対する影響について」にて評価を実施しており、第1 高圧ガストレーラ庫の危険限界距離 55mに対し、燃料加工建屋の離隔距離は62mであるため、万一、第1 高圧ガストレーラ庫において爆発が発生した場合でも燃料加工建屋へ影響を及ぼすことはない。

なお、原料水素ガスは第1 高圧ガストレーラ庫に配置されるため、エネルギー管理建屋において水素ガスが多量に漏えいすることは考え難いが、仮にエネルギー管理建屋において水素ガスが漏えいし、爆発が生じた場合においても、エネルギー管理建屋と燃料加工建屋は 55m以上の離隔を有し、また、混合ガスの製造設備を設置する区画の壁面は鉄筋コンクリート造かつ天井面が軽量屋根であり、爆発圧力が上方に逃げる設計であるため、燃料加工建屋へ影響を及ぼすことはない。

4. 2 水素ガスの燃焼による重大事故対処への影響

重大事故対処中は、燃料加工建屋周辺の屋外のアクセスルート上で作業

を行っている可能性があり，同作業中の作業員に与える影響を考慮する。

第1 高圧ガストレーラ庫及びエネルギー管理建屋において漏えいした水素ガスにより爆発が生じた場合，同建屋の水素ガスが滞留する範囲において構造上最も脆弱な部分から圧力が開放されることとなるが，第1 高圧ガストレーラ庫及びエネルギー管理建屋は爆発圧力が上方に逃げる設計であることから，地表面で作業をしている作業員に直接与える影響はない。

同建屋からの飛散物については，建屋屋上方向に飛散し，その後落下すると予想されるものの，屋根は薄い折板の軽量屋根であり，飛散時に燃料加工建屋に有意な影響を与えることは考え難く，また，飛散物はホイールローダで容易に撤去が可能であり，障害となることは想定し難い。

以上より，万一爆発が発生した場合においても重大事故対処に与える影響は小さい。

5. 設計等における担保事項について

5. 1 燃料加工建屋に係る担保事項

燃料加工建屋の安全性確保の観点で担保すべき内容は、混合ガスの水素濃度を確認した上で混合ガス貯蔵容器を接続することである。具体的には、混合ガス貯蔵容器内の混合ガスの水素濃度を異なる測定方式の濃度計で2名が測定し、水素濃度が9 vol%以下であることを確認した後、混合ガス貯蔵容器を燃料加工建屋への供給系統へ接続することを保安規定に定める。

また、混合ガス貯蔵容器以外の経路から、水素ガスあるいは水素濃度が9 vol%を超える混合ガスが燃料加工建屋に流入しないよう、物理的な障壁として、燃料加工建屋への供給系統の接続口は、混合ガス貯蔵容器以外が接続できない設計とする。

さらに、万一、水素ガスが漏えいし着火した場合においても燃料加工建屋に影響を及ぼさないよう、MOX燃料加工施設全体において保有する水素ガスの貯蔵量を制限する。具体的には、危険限界距離が55m以下となる水素の貯蔵量とすることを保安規定に定める。

5. 2 エネルギー管理建屋及び第1 高圧ガストレーラ庫に係る担保事項

エネルギー管理建屋及び第1 高圧ガストレーラ庫内のガス設備については、高圧ガス保安法に基づき適切に設計する。

参考資料1 水素濃度測定方式の例

MOX燃料加工施設の混合ガス貯蔵容器内の水素濃度を測定する水素濃度計は、測定における信頼性を確保するため、異なる測定方式の測定器を選定する。

水素濃度の測定方式として、一般的に用いられる測定方式を以下に示す。

(1) 接触燃焼式

貴金属コイルの上に酸化触媒を固めた検知素子に水素が接触し、燃焼（酸化）した際の熱量による検知素子の抵抗値の変化から水素濃度を算出する。

(2) 熱伝導式

貴金属コイルと不活性金属等で作られた、加熱された検知素子と水素が接触した際に、水素固有の熱伝導率により熱放散の状態が変わり、発生した温度変化から生じた検知素子の抵抗値の変化から水素濃度を算出する。

(3) 半導体式

金属酸化物の半導体である検知素子に水素が接触し、接触した水素が酸化し検知素子の酸素イオンが減少し素子内部の自由電子が増加することによる検知素子の抵抗値の変化から水素濃度を算出する。