

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	材構 01 <u>R 1</u>
提出年月日	<u>令和4年2月2日</u>

## 設工認に係る補足説明資料

### 材料及び構造の適用範囲について

1. 文章中の下線部は、R 0 から R 1 への変更箇所を示す。
2. 本資料（R 1）は、1月21日に提示した  
「設工認に係る補足説明資料 材料及び構造の適用範囲について（再  
処理施設） R 0」  
に対し、各条文のヒアリングにおける主な指摘事項である各条文間の横並  
びを踏まえたより適切な表現として、記載内容を見直したものである。

■ については商業機密の観点から公開できません。

## 目次

1. 概要 .....	1
2. 適用範囲 .....	2
2.1 安全機能を有する施設 .....	2
2.2 重大事故等対処設備 .....	4
3. まとめ .....	5

## 1. 概要

本資料は、再処理施設の安全機能を有する施設及び再処理施設の重大事故等対処設備に対する基本設計方針を補足説明するものである。

技術基準規則第十七条及び第三十七条（材料及び構造）の対象は、それぞれ「安全機能を有する施設に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの」及び「重大事故等対処設備に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの」を対象としている。

ここでは、安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備における「再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの」の適用範囲を示す。

なお、本資料で示す安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備に対する基本設計方針については、今回申請対象以外の再処理施設、MOX燃料加工施設、廃棄物管理施設に係る基本設計方針に対しても適用するものである。

## 2. 適用範囲

機器の材料の選定及び構造設計においては、発電炉は高温・高圧で運転するため、耐圧性が重視されている。それに対して、再処理施設は腐食性を有する核燃料物質及び放射性物質が多量に含まれていること、基本的に常圧で運転されることなどから、主に耐漏えい性と耐食性が重視されている。これら特徴を踏まえ、「材料及び構造」の適用範囲の考え方を以下に示す。

### 2.1 安全機能を有する施設

#### (1) 安全性を確保する上で重要なもの

技術基準規則第十七条（材料及び構造）では、「安全機能を有する施設（中略）のうち再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの」に対して、材料及び構造の要求が規定されている。

材料及び構造に係る安全性を確保する上で重要なものの抽出にあたっては、再処理施設の特徴を踏まえて抽出する。

「安全性を確保する上で重要なもの」としては、機能の喪失により公衆及び従事者の放射線障害を引き起こす可能性がある「安全上重要な施設」を対象として抽出する。

また、機器内部への閉じ込め機能の観点から、核燃料物質又は放射性物質等の内包の有無が重要となるため、核燃料物質又は放射性物質を一定以上内包する機器に該当する「容器等の主要な溶接部」を対象として抽出する。

なお、「安全上重要な施設」のうち遮蔽や放射性物質の放出量の監視に係る機能については、「材料及び構造」に直接関係するものではないことからここでは対象に含まない。

したがって、安全機能を有する施設のうち再処理施設の安全性を確保する上で重要なものについては、以下のとおりとする。

#### 【安全性を確保する上で重要なもの】

- ①公衆及び従事者の放射線障害の防止の観点を考慮し、その機能の喪失により公衆及び従事者の放射線障害へ影響を及ぼすものとして事業許可変更申請書にて定めた「安全上重要な施設」を対象とする。
- ②放射性物質の閉じ込めの観点から、プルトニウム・ウラン・放射性物質を内包する容器等であり、技術基準規則第十七条及びその解釈にて規定された「容器等の主要な溶接部」（再処理第1種機器～再処理第5種機器）を対象とする。

なお、上述以外の再処理施設の安全機能を有する施設は、技術基準規則第十五条（安全上重要な施設）及び第十六条（安全機能を有する施設）の基本設計方針の一般要求事項として以下の設計方針とし、適切な材料の選定及び適切な構造設計を実施する。

【基本設計方針の記載事項（技術基準規則第十五条及び第十六条）】

安全機能を有する施設の設計，材料の選定，製作及び検査に当たっては，原則として現行国内法規に基づく規格及び基準によるものとする。また，これらに規定がない場合においては，必要に応じて，十分実績があり，信頼性の高い国外の規格，基準等に準拠する。

(2) 対象機器

容器，管，ポンプ及び弁等の機器分類について，技術基準規則第十七条（材料及び構造）では，「容器及び管並びにこれらを支持する構造物」に対して「材料及び構造」の要求が規定されていることから，容器及び管並びに支持構造物を対象とする。

ポンプ及び弁については対象機器には含めないが，一般的に鋳造品であり，接続する配管より肉厚であることからそれらより十分な強度を有している。また，(1)項に記載のとおり技術基準規則第十五条及び第十六条の基本設計方針にて，適切な規格基準等に準拠して設計することとしている。

[発電炉との横並び]

発電炉では，重要度に応じたクラス区分が設定され，当該区分毎に評価対象機器が異なり，クラス1機器及びクラス2機器については容器及び管等に加え，ポンプ及び弁についても評価対象機器として規定されているが，クラス3機器ではポンプ及び弁は評価対象機器としていない。

(表2参照)

一方，再処理施設では，発電炉のようにクラス区分が設定されていないものの，耐漏えい性・耐食性を考慮し，閉じ込め性の観点から発電炉と再処理施設の機器区分を比較し，クラス区分の参考とすると，再処理施設の機器は，図1のとおりとなる。

再処理施設では，発電炉におけるクラス1機器（原子炉圧力容器）・クラス2機器（工学的安全施設）等が存在しないことから，発電炉のクラス3相当以下の機器に該当する。

また，発電炉と再処理施設の機器の温度・圧力条件を比較すると，再処理施設の機器は基本的に常圧で運転されるものであり，発電炉のクラス3相当と同等の条件に該当する。

したがって，再処理施設の技術基準規則の評価対象機器と発電炉のクラス3機器の評価対象機器は整合している。

なお，再処理施設特有の機器として，気体廃棄物処理系におけるプロセス系統に直接接続するようなフィルタについては，発電炉では同様の機器はないが，再処理施設では容器として取り扱い評価対象機器とする。

(3) 今回の設工認における評価対象機器

今回の設工認添付書類での確認にあたって，安全機能を有する施設については既設工認にて「材料及び構造」の適合性が確認されていること

から、上述の(1)項及び(2)項に該当する評価対象機器のうち改造を実施する機器に対して評価を実施する。

## 2.2 重大事故等対処設備

### (1) 安全性を確保する上で重要なもの

技術基準規則第三十七条（材料及び構造）では、「重大事故等対処設備（中略）のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの」に対して、材料及び構造の要求が規定されている。

ここで、再処理施設の重大事故等対処設備は表3に示すとおり事業許可変更申請書にて定めた「安全上重要な施設」が機能喪失した場合の代替であり、「安全上重要な施設」は、2.1(1)項に記載したとおり、安全性を確保する上で重要なものとしていることから、同様の観点から重大事故等対処設備を対象とする。

なお、上述以外の再処理施設の重大事故等対処設備は、技術基準規則第三十六条（重大事故等対処設備）の基本設計方針の一般要求事項として以下の設計方針とし、適切な材料の選定及び適切な構造設計を実施する。

#### 【基本設計方針の記載事項（技術基準規則第三十六条）】

重大事故等対処設備は、設計、材料の選定、製作及び検査にあたっては、現行国内法規に基づく規格及び基準によるものとするが、必要に応じて、使用実績があり、信頼性の高い国外規格及び基準によるものとする。

### (2) 対象機器

容器、管、ポンプ及び弁等の機器分類について、技術基準規則第三十七条（材料及び構造）では、「容器及び管並びにこれらを支持する構造物」に対して「材料及び構造」の要求が規定されていることから、容器及び管並びに支持構造物を対象とする。

ポンプ及び弁については対象機器には含めないが、一般的に鋳造品であり、接続する配管より肉厚であることからそれらより十分な強度を有している。また、(1)項に記載のとおり技術基準規則第三十六条の基本設計方針にて、適切な規格基準等に準拠して設計することとしている。

#### [発電炉との横並び]

発電炉の重大事故等対処設備は管及び容器等に加え、ポンプ及び弁についても評価対象機器として規定されている。これは、重大事故等対処設備が設計基準対象施設のクラス2機器の機能を代替するものであり、同等の性能が重大事故等対処設備に求められていることから、クラス2機器と同等の評価対象機器が規定されている。（表2参照）

一方、再処理施設の重大事故等対処設備は表3に示すとおり事業許可変更申請書にて定めた「安全上重要な施設」が機能喪失した場合の代替であることから、これらと同等の評価対象機器となる。

また、再処理施設の重大事故等時の圧力も設計基準時と同程度で常圧の範囲であり、発電炉のクラス3機器と同様である。（表4参照）

したがって、再処理施設の技術基準規則の評価対象機器と発電炉のクラス3機器の評価対象機器は整合している。

なお、安全機能を有する施設と同様に、再処理施設特有の機器として、気体廃棄物処理系におけるプロセス系統に直接接続するようなフィルタについては、発電炉では同様の機器はないが、再処理施設では容器として取り扱い評価対象機器とする。

### (3) 今回の設工認における評価対象機器

今回の設工認添付書類での確認にあたって、上述の(1)項及び(2)項に該当する評価対象機器に対して評価を実施する。

なお、安全機能を有する施設を重大事故等対処設備として兼用する設備であって、重大事故等対処設備としての使用条件が安全機能を有する施設としての使用条件に包絡される場合は、既設工認の評価結果の確認による評価を実施する。

## 3. まとめ

材料及び構造の適用範囲について、安全機能を有する施設のうち再処理施設の安全性を確保する上で重要なものとして、「安全上重要な施設」に該当する容器及び管並びにこれらを支持する構造物と「主要な溶接部に該当する容器等（再処理第1種機器～再処理第5種機器）」を対象とする。また、重大事故等対処設備のうち再処理施設の安全性を確保する上で重要なものとして、重大事故等対処設備である容器及び管並びにこれらを支持する構造物を対象とする。

今回の設工認添付書類においては、既設工認での評価を踏まえ新たに評価が必要なものに対して評価を実施する。

表1 再処理施設における重要なものの対象及び選定理由

分類	選定理由	対象機器例
①再処理第1種機器～第5種機器に属するもの	放射性物質の閉じ込めの観点から、技術基準規則及びその解釈にて規定された主要な溶接部に該当する容器等（再処理第1種機器～再処理第5種機器）を対象とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再処理第1種機器</li> <li>・再処理第2種機器</li> <li>・再処理第3種機器</li> <li>・再処理第4種機器</li> <li>・再処理第5種機器</li> </ul>
②再処理事業指定申請書で安全上重要な施設として定めたもの	公衆及び従事者の放射線障害の防止の観点から、事業指定申請書にて定めた「安全上重要な施設」に該当する容器等を対象とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性物質の閉じ込め機能を有する機器</li> <li>・安全に係るプロセス量等の維持機能を有する機器</li> <li>・体系の維持機能を有する機器</li> <li>・安全上必須なその他の機能を有する機器</li> <li>・放射性物質の過度の放出防止機能を有する機器</li> <li>・異常の発生防止機能/影響緩和機能に係る支援機能</li> </ul>



表 2-1 発電炉（設計基準対象施設）における強度評価の説明対象

	クラス 1	原子炉格納容器	クラス 2	クラス 3	クラス 4
容器	○	○	○	○	
管	○		○	○	○
ポンプ	○		○		
弁	○		○		
支持構造物	○	○	○		
炉心支持構造物	○				
安全弁					

表 2-2 発電炉（重大事故等対処設備）における強度評価の説明対象

	重大事故等 クラス 1 機器	重大事故等 クラス 2 機器	重大事故等 クラス 3 機器
容器	○	○	○
管	○	○	○
ポンプ	○	○	○
弁	○	○	○
支持構造物	○	○	
安全弁			

表3 安全上重要な施設と重大事故等対処設備

安全上重要な施設			重大事故等対処設備 (機能を代替する設備)
機能分類		具体的設備	
大分類	小分類		
放射性物質の閉じ込め機能 (PS, MS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・静的な閉じ込め機能</li> <li>・動的な閉じ込め機能</li> </ul>	塔槽類廃ガス処理設備	代替換気設備, 廃ガス貯留設備
安全に係るプロセス量等の維持機能 (PS)	・掃気機能	安全圧縮空気系	代替安全圧縮空気系
	・崩壊熱等の除去機能	安全冷却水系	代替安全冷却水系
安全に係るプロセス量等の維持機能 (MS)	・熱的, 化学的又は核的制限値等の維持機能	プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路に係る遮断弁	重大事故時プルトニウム濃縮缶加熱停止設備
体系の維持機能 (PS)	・核的制限値 (寸法) の維持機能	可溶性中性子吸収剤緊急供給系	代替可溶性中性子吸収剤緊急供給系, 重大事故時可溶性中性子吸収剤供給系
影響緩和機能に係る支援機能 (MS)	・燃料貯蔵プール等の水位維持機能	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の補給水設備	代替注水設備, スプレー設備

表4 発電炉と再処理施設の温度・圧力の比較

発電炉 (PWR 一例)				再処理施設					
クラス 区分	設備／系統名	圧力 [MPa]	温度 [°C]	安全機能を有する施設 (*1)			重大事故等対処設備		
				設備／系統名	圧力 [MPa]	温度 [°C]	設備／系統名	圧力 [MPa]	温度 [°C]
クラス 1	RCS バウンダリ			—			—		
クラス 2	余熱除去設備			—			—		
	ECCS (高圧注入ライン)								
	ECCS (蓄圧タンク注入ライン)								
	化学体積制御設備								
	CV スプレー								
	主蒸気・主給水設備								
クラス 3	使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備			分離設備			廃ガス貯留設備		
	燃料取替用水設備			ウラン精製設備			代替安全冷却水系		
	原子炉補機冷却設備 (CCW)			第2酸回収系			代替安全圧縮空気系統		
	原子炉補機冷却設備 (SW)			塔槽類廃ガス処理系			重大事故時プルトニウム濃縮缶加熱停止設備		
	制御用空気設備			高レベル廃液濃縮系			代替換気設備		
	消火設備 (水消火)			アルカリ廃液濃縮系			燃料貯蔵プール水		

(\*1) 核燃料物質及び放射性物質を内包する設備／系における圧力及び温度を示す。

実用発電炉		加工	再処理	使用
クラス分類	機器区分			
クラス1	第1種機器 (原子炉冷却材圧力バウンダリ)	-	-	-
原子炉 格納容器	第2種機器 (原子炉格納容器)	-	-	-
クラス2	第3種機器 (安全系、格納容器バウンダリ等)	-		
クラス3 (*1)		加工第1種	再処理第1種 〔インベントリ大 特に腐食性が厳しい〕 追加 試験	
		加工第1種 (開放容器)	再処理第2種 〔腐食性 濃度大〕 により追加試験	使用第1種
		加工第1種 (開放容器)	再処理第3種 〔実用発電炉より安全上の要求機能は低い が、保守が困難なため炉の3種相当(非 破壊試験のみ)の検査をする。〕	使用第1種 (開放容器)
	第4種機器 (放射性物質を内包)	加工第2種	再処理第4種	使用第2種
クラス4	第5種機器 (ダクト)	加工第3種	再処理第5種 (ダクト、漏えい防止容器)	使用第3種

(\*1) クラス3は、それぞれクラス1機器、クラス2機器、原子炉格納容器及び放射線管理施設若しくは原子炉格納施設（非常用ガス処理設備に限る。）に属するダクト以外の設計基準対象施設に属する容器又は管（内包する流体の放射性物質の濃度が三十七ミリベクレル毎立方センチメートル（流体が液体の場合にあっては、三十七キロボケレル毎立方センチメートル）以上の管又は最高使用圧力が零メガパスカルを超える管に限る。）をいう。

図1 実用発電炉等の機器区分と加工・再処理・使用施設等の機器区分との関係

【参考1】 技術基準規則第十七条及び第三十七条（材料及び構造）と他条文との関係

○安全機能を有する施設

- ・ 技術基準規則第十七条（材料及び構造）における「安全機能を有する施設のうち安全性を確保する上で重要なもの」の抽出にあたっては、再処理施設の特徴を踏まえて抽出する
- ・ 公衆及び従事者の放射線障害の防止の観点より、「安全上重要な施設」を対象として抽出する。
- ・ 機器内部への閉じ込め機能の観点としては核燃料物質及び放射性物質を内包の有無が重要となることから、核燃料物質及び放射性物質を一定以上内包する機器を対象とする「容器等の主要な溶接部」を対象として抽出する

○重大事故等対処設備

- ・ 技術基準規則第三十七条（材料及び構造）における「重大事故等対処設備のうち安全性を確保する上で重要なもの」の抽出にあたっては、技術基準規則第十七条の対象を踏まえて抽出する
- ・ 重大事故等対処設備は、「安全上重要な施設」の代替機能を有するものであることから、重大事故等対処設備を対象として抽出する

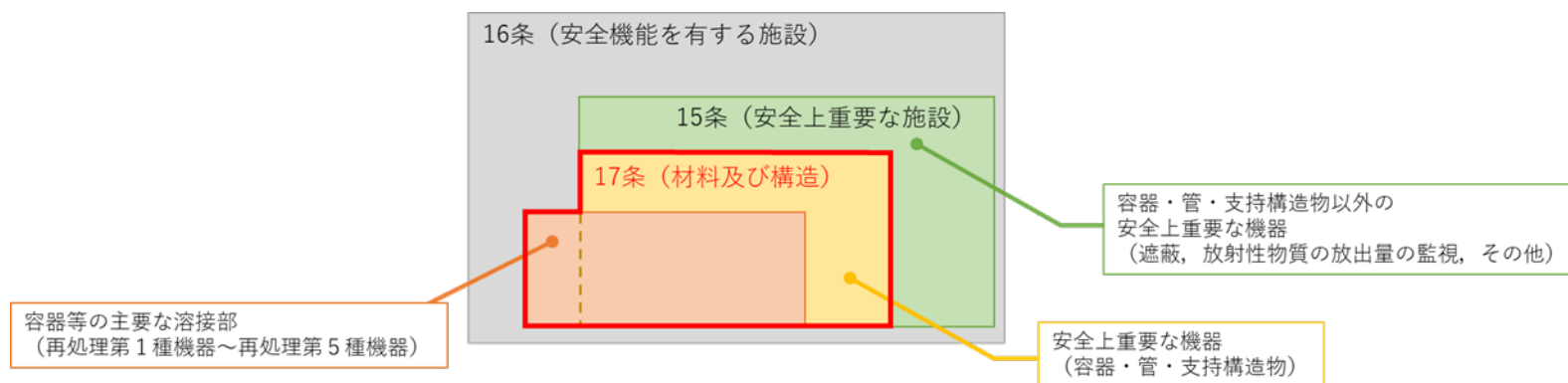


図2 安全機能を有する施設に関わる概念図

【参考2】 材料及び構造での要求事項と検査との関係の整理

要求事項	技術基準規則第十七条	技術基準規則第三十七条	要求種別	仕様表 ( )内の番号は検査項目との紐づけを示す	検査項目
—	安全機能を有する施設に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号及び第三号の規定については、法第四十六条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。	重大事故等対処設備に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号（容器等の材料に係る部分に限る。）及び第二号の規定については、法第四十六条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。	冒頭宣言	—	—
材料	一 容器等に使用する材料は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。	一 容器等がその設計上要求される強度及び耐食性を確保できるものであること。	機能要求②	主要材料(1)	(1)材料検査
構造及び強度	二 容器等の構造及び強度は、次に掲げるところによるものであること。		機能要求②	最高使用圧力(3) 最高使用温度(1) 主要寸法(2) 主要材料(1)	(2)寸法検査
	イ 設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。				
	ロ 容器等に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。				
ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。					
主要な溶接部	三 容器等の主要な溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。	二 容器等の主要な溶接部は、次に掲げるところによるものであること。	機能要求②	—	(溶接検査)
	イ 不連続で特異な形状でないものであること。	イ 不連続で特異な形状でないものであること。			
	ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。	ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。			
	ハ 適切な強度を有するものであること。	ハ 適切な強度を有するものであること。			
	ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。	ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。			
耐圧試験等	2 安全機能を有する施設に属する容器及び管のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものでなければならない。	2 重大事故等対処設備に属する容器及び管のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものでなければならない。	機能要求②	(最高使用圧力(3))	(3)耐圧検査