

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	薬品 02 R 1
提出年月日	令和 3 年 6 月 23 日

## 設工認に係る補足説明資料

再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止

に関する

化学薬品の漏えい評価対象とする防護すべき設備の選定の

考え方について

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 化学薬品の漏えい評価対象とする防護すべき設備の選定の考え方について .....	1
2.1 防護すべき設備の選定方針 .....	1
2.2 設計上考慮すべき化学薬品の設定 .....	1
2.3 化学薬品防護対象設備の抽出 .....	4
2.4 防護すべき設備のうち評価対象の選定について .....	6

## 1. 概要

本資料は、技術基準規則第十三条、第三十六条及びその解釈並びに内部溢水ガイドを踏まえて、再処理施設内で発生を想定する化学薬品の漏えいの影響から防護すべき設備の選定の考え方を説明するものである。

## 2. 化学薬品の漏えい評価対象とする防護すべき設備の選定の考え方について

### 2.1 防護すべき設備の選定方針

化学薬品の漏えいによってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を「全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器」とし、その上で事業指定基準規則及びその解釈並びに内部溢水ガイドを参考に、全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器の中から安全評価上機能を期待するものとして、再処理施設内部で想定される化学薬品の漏えいに対して、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止等の安全機能を維持するために必要な設備を防護すべき設備のうち化学薬品防護対象設備として、安全評価上機能を期待する安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器を抽出する。

具体的には、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの及び設計基準事故時に公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止するため、放射性物質又は放射線が再処理施設外へ放出されることを抑制又は防止するために必要な設備(燃料貯蔵プール・ピット等の冷却及び給水の機能を適切に維持するために必要な設備を含む。)がこれに該当し、防護すべき設備のうち化学薬品防護対象設備として選定する。なお、これらの設備には、事故等の拡大防止及び影響緩和のために必要な設備が含まれる。

また、重大事故等対処設備についても化学薬品の漏えいから防護すべき設備として選定する。

上記に含まれない安全機能を有する施設は、化学薬品の漏えいによる損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修理の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

また、内的事象を要因とする重大事故等へ対処する常設重大事故等対処設備のうち安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設と兼用する常設重大事故等対処設備は、化学薬品の漏えいによる損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間で修理等の対応を行うこと、関連する工程の停止等又はそれらを適切に組み合わせること、重大事故等に対処するための機能を損なわない設計とする。

### 2.2 設計上考慮すべき化学薬品の設定

化学薬品の漏えいに対する設計方針の検討に当たって、再処理事業所内

における化学薬品を内包する機器等の設置状況を踏まえて、構成部材の腐食等により化学薬品防護対象設備の安全機能を損なうおそれのある化学薬品を設定する。この際、設計図書(施工図面等)及び必要に応じ現場確認等により再処理事業所内に存在する全ての化学薬品及び化学薬品防護対象設備の構成部材を網羅的に抽出し、その中から構成部材の腐食試験等を踏まえ、短時間で安全機能を損なうおそれのある化学薬品を設定する。なお、ここで設定した以外の化学薬品については構成部材の腐食等の影響がないものとして設計上考慮すべき対象から除外する。

#### 2.2.1 漏えいによる影響を検討する化学薬品及び構成部材の抽出

「2.2 設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針」で抽出した化学薬品及び化学薬品防護対象設備の構成部材から、化学薬品防護対象設備の安全機能に影響を及ぼす化学薬品と構成部材の組合せを決定するため、文献調査等により、漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品及び構成部材を抽出する。

再処理事業所内で用いられる化学薬品は、再処理プロセスにおいて使用する化学薬品に加え、保守及び補修の非定常作業、その他再処理設備の附属施設で使用する化学薬品に大別される。

保守及び補修の非定常作業並びにその他再処理設備の附属施設で使用する化学薬品については、取扱作業及び範囲が限定されていること、作業安全管理を実施すること等により化学薬品の漏えいによる影響を及ぼすおそれがないため、漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品としない。

再処理プロセスで使用する化学薬品を表2-1に示す。

再処理プロセスにおいて使用する化学薬品は、性状に応じて以下のものに分類する。

- 液体：
- ・酸性(硝酸，硝酸ヒドラジン，HAN，硝酸ガドリニウム，硝酸を含む模擬廃液)
  - ・アルカリ性(水酸化ナトリウム，炭酸ナトリウム，亜硝酸ナトリウム)
  - ・中性(硝酸ナトリウム)
  - ・有機溶媒(TBP，n-ドデカン)
- 気体：
- ・腐食性ガス( $\text{NO}_x$ ガス)
  - ・非腐食性ガス(水素ガス，窒素ガス，酸素ガス)

再処理プロセスにおいて使用する化学薬品から、漏えいによる影響を検討する化学薬品を抽出する。具体的には、再処理プロセスにおいて使用する化学薬品の液性、腐食性等を分類する。それらの分類から、腐食性や反応性を示さないことが明らかであるものを除外することにより、漏えいによる影響を検討する化学薬品を抽出する。ここで、化学薬品のうち、文献調査により腐食性や反応性を示さないことが明らかであるものとして、固

体の化学薬品，中性水溶液，非水溶液のうち燃料油及び非腐食性のガスとして窒素ガス等を検討の対象から除外する。さらに，再処理施設において耐食性を有する材料の選定要件となる硝酸濃度が $0.2\text{mol/L}$ 以上であることから， $0.2\text{mol/L}$ 未満の硝酸を含む溶液は検討の対象から除外する。

また，化学薬品防護対象設備の構成部材について，主要な構成部材ごとに材質を分類する。それらの分類から，化学薬品の漏えいにより損傷を受けないことが明らかな構成部材を除外し，影響を検討する構成部材を抽出する。ここで，構成部材のうち，化学薬品の漏えいにより損傷を受けないことが明らかであるものとして，ステンレスやジルコニウム等の耐食性を有する金属材料，再処理プロセスで使用する化学薬品に対して，十分な厚さがあることや塗装が施されていることにより短時間で損傷しないコンクリート，再処理プロセスでは使用しない特定の化学薬品(フッ化水素等)のみに対して顕著な反応を示すガラスを検討の対象から除外する。

#### 2.2.2 検討対象とする化学薬品と構成部材の組合せを踏まえた設計上考慮すべき化学薬品の設定

検討対象とする化学薬品と構成部材を組み合わせることで生じる腐食等により，化学薬品防護対象設備の安全機能に短時間で影響を及ぼすおそれのある化学薬品を設計上考慮すべき対象として設定する。

なお，ここでいう短時間とは，事故等の対処期間として見込んでおり，漏えいした化学薬品の回収等の実施期間として見込むことのできる7日間とする。

具体的には，化学薬品防護対象設備で使用する主な構成部材のうち，検討の対象として選定された炭素鋼，アルミニウム及びプラスチックについて，検討対象として設定した化学薬品ごとに腐食試験(浸漬及び曝露試験を含む。)又は文献調査を実施する。ここで，検討の対象とする化学薬品としては，酸性水溶液として腐食に対する影響の主要因となる硝酸，アルカリ性水溶液として強アルカリであって，文献によりアルミニウムに影響を及ぼすことが明らかな水酸化ナトリウム，有機溶媒としてプラスチックに影響を与えるおそれがあるTBP及びn-ドデカン，並びに腐食性ガスとして $\text{NO}_x$ ガスを設定する。また， $\text{NO}_x$ ガスについては，腐食試験より配管，容器等の機器の安全機能に直ちに影響を与えるものではないことが確認されているが，電子部品の集積回路等の機械的強度を必要としない材料厚みの精密機器についても曝露試験により影響を確認する。

これらの検討の結果から，設計上考慮すべき化学薬品として， $0.2\text{mol/L}$ 以上の硝酸を含む溶液，水酸化ナトリウム，TBP及びn-ドデカン並びに $\text{NO}_x$ ガスを設定する。

設計上考慮すべき化学薬品と化学薬品防護対象設備の主要な構成部材の組合せを表2-2に示す。

### 2.3 化学薬品防護対象設備の抽出

防護すべき設備のうち、化学薬品防護対象設備の具体的な抽出の考え方を以下に示す。

化学薬品の漏えいによってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器とする。

この中から、安全評価上機能を期待するものとして、化学薬品の漏えい防護上必要な機能を有する構築物、系統及び機器を選定する。

具体的には、事業指定基準規則及びその解釈並びに内部溢水ガイドで安全機能の重要度、溢水から防護すべき安全機能等が定められていることを踏まえ、重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、安全機能を有する構築物、系統及び機器の中から安全評価上機能を期待するものとして、再処理施設内部で想定される化学薬品の漏えいに対して、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止等の安全機能を維持するために必要な設備(燃料貯蔵プール・ピット等の冷却機能及び給水機能を適切に維持するために必要な設備を含む。)を防護すべき設備のうち化学薬品防護対象設備として選定する。

以上を踏まえ、防護すべき設備のうち化学薬品防護対象設備として、安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器並びに燃料貯蔵プール・ピット等の冷却機能及び給水機能を維持するために必要な構築物、系統及び機器を抽出する。

#### (1) 重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備

化学薬品の漏えいによってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を「全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器」とし、その上で事業指定基準規則及びその解釈並びに内部溢水ガイドを参考に、全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器の中から内部溢水ガイドに記載される「重要度の特に高い安全機能を有するもの」を、事業指定基準規則の用語の定義に記載される「安全上重要な施設」より選定するものとし、事業指定基準規則の解釈より、再処理施設内部で想定される化学薬品の漏えいに対して、全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器の中から安全評価上機能を期待するものとして、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止等の安全機能を維持するために必要な機能を有する構築物、系統及び機器を抽出する。

具体的には、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの及び設計基準事故時に公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止するため、放射性物質又は放射線が再処理施設外へ放出されることを抑制又は防止するために必要な設備がこれに該当し、防護すべき設備のうち化学薬品防護対象設備として選定する。なお、これらの設備には、事故等の拡大防止及び影響緩和のために必要な設備が

含まれる。

第1回申請設備に係る重要度の特に高い安全機能を有する系統・機器を表2-3に示す。

- (2) 燃料貯蔵プール・ピット等の冷却及び給水の機能維持に必要な設備  
使用済燃料プールの冷却機能(65℃以下)の機能維持に必要な設備及び使用済燃料プールの放射線を遮蔽するための水量を確保するため、使用済燃料プールへの給水系統の機能維持に必要な設備を抽出する。

具体的には、燃料貯蔵プール・ピット等の冷却及び給水の機能を適切に維持するために必要な設備は、「重要度の特に高い安全機能を有する系統・機器」に含まれる。

#### 2.4 防護すべき設備のうち評価対象の選定について

2.3で抽出された防護すべき設備のうち、以下に該当する設備は、化学薬品の漏えい影響を受けても必要とされる安全機能を損なわないことから、化学薬品の漏えいによる影響評価の対象として抽出しない。化学薬品の漏えい影響評価対象外とする防護すべき設備の考え方を表2-4に示す。

- (1) 漏えい源となる化学薬品が存在しない建屋内又は屋外に設置する設備
- (2) 該当設備の設置フロア以上で液体の化学薬品を保有していない
- (3) 化学薬品の影響を受けない構成部材で構成する構築物、系統及び機器
- (4) 動的機能が喪失しても安全機能に影響しない(フェイルセーフ機能を持つ設備を含む。)

以上を踏まえ、図2-1 化学薬品の漏えい評価対象設備の選定フローに基づき、第1回申請設備の選定結果、安全冷却水B冷却塔は、「漏えい源となる化学薬品が存在しない建屋内又は屋外に設置する設備」に分類される屋外設備であり、化学薬品の漏えいの影響を受けることはないことから評価対象外となる。

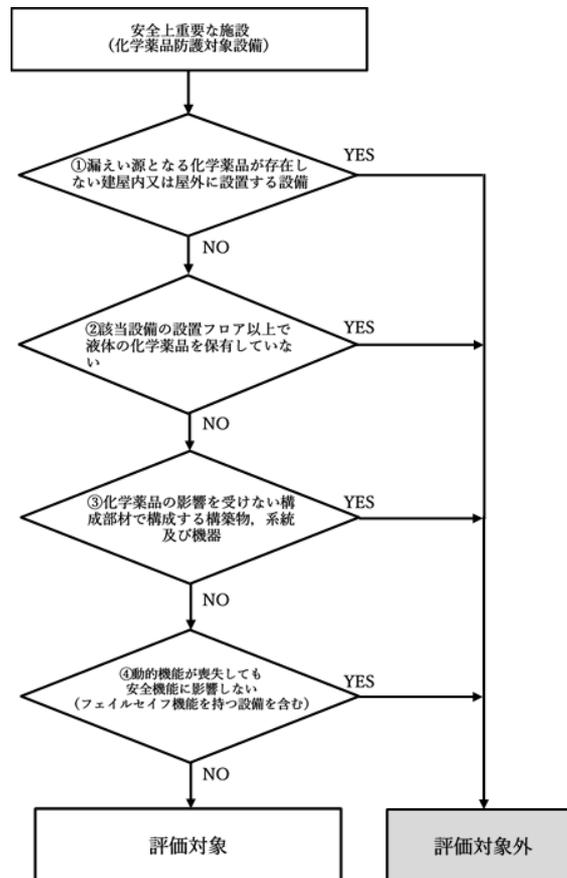


図2-1 化学薬品の漏えい評価対象設備の選定フロー

表2-1 再処理プロセスで使用する化学薬品

化学薬品	主な使用目的	使用・保管場所
硝酸	使用済燃料の溶解, 核分裂生成物の洗浄, アルカリ性廃液の中和処理	再処理施設全体 (保管: 試薬建屋)
水酸化ナトリウム	酸性廃液の中和処理, 有機溶媒の洗浄	再処理施設全体 (保管: 試薬建屋)
TBP	溶解液からのウラン・プルトニウムの抽出剤	分離建屋, 精製建屋 (保管: 試薬建屋)
n-ドデカン	TBPの希釈剤	分離建屋, 精製建屋 (保管: 試薬建屋)
硝酸ヒドラジン	硝酸ウラナスの分解抑制, HANの安定剤	分離建屋, 精製建屋 (保管: 試薬建屋)
HAN	プルトニウムの還元剤	精製建屋 (保管: 試薬建屋)
硝酸ガドリニウム	溶解槽における臨界管理	前処理建屋
硝酸ナトリウム	ガラス熔融炉供給液の成分調整	高レベル廃液ガラス固化建屋
亜硝酸ナトリウム	アジ化物の分解	前処理建屋, 分離建屋, 精製建屋, 高レベル廃液ガラス固化建屋
模擬廃液	ガラス熔融炉の洗浄運転	高レベル廃液ガラス固化建屋
調整液	ガラス熔融炉供給液の成分調整	高レベル廃液ガラス固化建屋
溶解液	使用済燃料の溶解液	前処理建屋, 分離建屋
硝酸ウラニル	溶解液からのウラン抽出液, ウラン製品溶液	分離建屋, 精製建屋, ウラン脱硝建屋, ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
硝酸プルトニウム	溶解液からのプルトニウム抽出液, プルトニウム製品溶液	分離建屋, 精製建屋, ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
硝酸ウラナス	プルトニウムの還元剤	分離建屋, 精製建屋
放射性廃液	ウラン, プルトニウム抽出後の廃液, 管理区域内での作業廃液	再処理施設全体
重油	ボイラ・発電機等の燃料	再処理施設全体
NO <sub>x</sub> ガス	溶解液のよう素の追い出し, プルトニウムの酸化	前処理建屋, 分離建屋, 精製建屋, ウラン脱硝建屋
水素ガス	硝酸ウラナスの製造	精製建屋
窒素ガス	貯槽内の不活性化	再処理施設全体
酸素ガス	廃ガス処理 (NO <sub>x</sub> 回収のためのNOの酸化)	前処理建屋
模擬ガラスビーズ (廃液模擬成分を含む)	ガラス熔融炉の熱上げ及び 液位調整	高レベル廃液ガラス固化建屋
放射性廃棄物	管理区域内での作業廃棄物	再処理施設全体

表2-2 設計上考慮すべき化学薬品と  
化学薬品防護対象設備の主要な構成部材の組合せ

化学薬品 構成部材	酸性水溶液 (硝酸溶液)	アルカリ性水溶液 (水酸化ナトリウム)	有機溶媒 (TBP, n-ドデカン)	腐食性ガス (NO <sub>x</sub> ガス)
炭素鋼, アルミニウム	○	○ (アルミニウム)	—	○ (電子部品)
プラスチック	—	—	○	—

○：影響(作用)あり

表2-3 重要度の特に高い安全機能を有する系統・機器

建屋	分類	安全上重要な施設
<u>その他の主要な施設</u>	15 その他上記各系統等の安全機能を維持するために必要な計測制御系統, 冷却水系統等 ○ 冷却設備	<u>安全冷却水系</u>

表2-3 重要度の特に高い安全機能と系統・機器のうち第1回申請対象設備以外の系統・機器については、後次回申請以降の「VI-1-1-7 再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止に関する説明書」で示す。

表2-4 化学薬品の漏えい影響評価対象外とする防護すべき設備の考え方

各ステップの項目	理 由
<p>① 漏えい源となる化学薬品が存在しない建屋内又は屋外に設置する設備</p>	<p>再処理プロセスにおいて使用する化学薬品が存在しない建屋内又は屋外に設置する設備は、漏えいした化学薬品に対して没液又は被液することがないことから、化学薬品の漏えい影響を受けることはないと評価する。</p>
<p>② 該当設備の設置フロア以上で液体の化学薬品を保有していない</p>	<p><u>該当設備の設置されているフロアより下のフロアにしか液体の化学薬品を保有していない</u>場合は、漏えいした化学薬品が上層階へ流入することはなく、該当設備が漏えいした化学薬品に対して没液又は被液することがないことから、化学薬品の漏えい影響を受けることはないと評価する。</p>
<p>③ 化学薬品の影響を受けない構成部材で構成する構築物、系統及び機器</p>	<p>静的な安全機能を有する構築物、系統及び機器で、その安全機能を担保する箇所が化学薬品の影響を直ちに受けない部材で構成される以下に示す設備は、化学薬品の漏えい影響を受けることはないと評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ステンレス鋼でライニングされた燃料貯蔵プール、コンクリート等の躯体構造物</li> <li>・化学薬品の影響を直ちに受けない部材で構成された、容器、配管、手動弁等の設備</li> </ul>

<p>④ 動的機能が喪失しても 安全機能に影響しない (フェイルセーフ機能を持つ 設備を含む)</p>	<p>異常の検知により工程停止のインターロ ックが作動する設備は、安全機能に影響 はないと評価する。</p>
---	--