

【 公開版 】

提出年月日	令和4年6月30日 R17
日本原燃株式会社	

六ヶ所再処理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第12条：化学薬品の漏えいによる損傷の防止

■については商業機密または核不拡散の観点から公開できません。

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

- 1. 1 要求事項の整理
- 1. 2 要求事項に対する適合性
- 1. 3 規則への適合性

2. 概要

- 2. 1 化学薬品の漏えい防護に関する基本方針
- 2. 2 再処理施設の化学薬品の漏えい影響評価に係る特徴について
- 2. 3 化学薬品の漏えい影響評価フロー

3. 再処理施設における化学薬品取扱いの基本方針

4. 化学薬品防護対象設備

- 4. 1 事業指定基準規則第 12 条の要求事項及び内部溢水ガイドの規定について
- 4. 2 化学薬品防護対象設備の選定
- 4. 3 設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針
- 4. 4 化学薬品防護対象設備の機能喪失の判定
- 4. 5 化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針

5. 化学薬品の漏えい源の想定

- 5. 1 想定破損による化学薬品の漏えい
- 5. 2 消火剤の放出による化学薬品の漏えい

- 5. 3 地震による化学薬品の漏えい
- 5. 4 その他の化学薬品の漏えい

- 6. 化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路の設定
 - 6. 1 化学薬品防護区画の設定
 - 6. 2 化学薬品の漏えい経路の設定

- 7. 建屋内の化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針
 - 7. 1 没液の影響に対する評価及び防護設計方針
 - 7. 2 被液の影響に対する評価及び防護設計方針
 - 7. 3 腐食性ガスの影響に対する評価及び防護設計方針
 - 7. 4 その他の化学薬品の漏えいに対する設計方針
 - 7. 5 洞道内の化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針
 - 7. 6 化学薬品防護区画を有する建屋外からの流入防止に関する設計方針
 - 7. 7 化学薬品の漏えい影響評価

- 8. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 - 8. 1 化学薬品の漏えい量の算定
 - 8. 2 想定破損による没液影響評価
 - 8. 3 想定破損による被液影響評価
 - 8. 4 想定破損による腐食性ガスの影響評価

- 9. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価

10. 化学薬品防護対象設備が設置されている建屋外からの化学薬品の漏えい影響評価

10.1 建屋外からの化学薬品の漏えい影響評価

10.2 屋外タンク等の化学薬品の漏えいによる影響評価

2章 補足説明資料

補足説明資料 2-1 自然現象による化学薬品の漏えい影響の考慮について

補足説明資料 3-1 作業員の安全確保に係る対応について

補足説明資料 3-2 化学薬品の漏えいによる化学的損傷以外に影響が発生する事象

補足説明資料 4-1 再処理施設における「事業指定基準規則」に基づく影響評価対象設備の抽出
(化学薬品の漏えいと、内部溢水及び内部火災における防護対象の比較)

補足説明資料 4-2 化学薬品防護対象設備のうち影響評価の対象とする設備リスト及び配置図(例)

補足説明資料 4-3 評価対象除外リスト

補足説明資料 4-4 化学薬品の影響評価の対象外とする理由について

補足説明資料 4-5 壁、防水扉、堰等による化学薬品の漏えい経路への対策について

補足説明資料 4-6 応力評価に基づくサポート等改造対策の概要について

補足説明資料 4-7 耐震B、Cクラス機器の評価について

- 補足説明資料 4-8 被液防護対策（例）
- 補足説明資料 4-9 化学薬品の漏えい防止対策と拡大防止対策について
- 補足説明資料 4-10 防護対象設備に対する嵩上げ対策について
- 補足説明資料 4-11 漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定の詳細
- 補足説明資料 5-1 化学薬品漏えい源とする機器（配管、容器）について
- 補足説明資料 5-2 薬品配管への応力評価式の適用について
- 補足説明資料 5-3 その他漏えい事象に対する確認について
- 補足説明資料 6-1 化学薬品の漏えい経路モデル（代表例）
- 補足説明資料 6-2 化学薬品の漏えい経路となる開口部について
- 補足説明資料 6-3 再処理施設の停止時の化学薬品の漏えい影響について
- 補足説明資料 7-1 化学薬品防護対象設備が設置されている洞道について
- 補足説明資料 7-2 化学薬品の没液評価における防護対象設備の機能喪失高さについて
- 補足説明資料 8-1 想定破損による没液影響評価結果（例）
- 補足説明資料 8-2 想定破損による被液影響評価
- 補足説明資料 8-3 想定破損による腐食性ガス拡散結果（例）
- 補足説明資料 11-1 重大事故等対処施設を対象とした化学薬品の漏えい防護の基本方針について
- 補足説明資料 11-2 化学薬品の漏えい影響評価における保守性について

補足説明資料 11-3 過去の不具合事例への対応について

補足説明資料 11-4 有毒ガス防護に係る申請書記載項目の整理表（第
12条）

1章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

安全機能を有する施設について，事業指定基準規則と再処理施設安全審査指針の比較により，事業指定基準規則第 12 条において追加された要求事項を整理する。（第 1 - 1 表）

第1-1表 事業指定基準規則第12条と再処理施設安全審査指針 比較表

事業指定基準規則第12条 (化学薬品の漏えいによる損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備 考
<p>(化学薬品の漏えいによる損傷の防止)</p> <p>第十二条 安全機能を有する施設は、再処理施設内における化学薬品の漏えいが発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>(解釈)</p> <p>1 第12条に規定する「再処理施設内における化学薬品の漏えい」とは、再処理施設内に設置された機器及び配管の破損(地震起因を含む。)により発生する化学薬品の漏えいをいう。</p> <p>2 第12条に規定する「安全機能を損なわない」とは、再処理施設内部で発生が想定される化学薬品の漏えいに対し、冷却、水素掃気、火災・爆発の防止、臨界防止等の安全機能を損なわないこと、安全機能を有する施設の構成部材が腐食すること等による安全機能の喪失を防止すること等をいう</p>	<p>化学薬品の漏えいによる損傷の防止に関する要求事項なし。</p>	<p>追加要求事項</p>

1. 2 要求事項に対する適合性

A. 再処理施設の位置，構造及び設備

ロ. 再処理施設の一般構造

(d) 化学薬品の漏えいによる損傷の防止

安全機能を有する施設は，再処理施設内が化学薬品の漏えいの影響を受ける場合においても，その安全機能を確保するために，化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない方針とする。

ここで，安全機能を有する施設のうち，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（以下「化学薬品防護対象設備」という。）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し，これらの設備が，没水，被水及び蒸気の影響評価手法等を参考に，漏えいした化学薬品の影響を受けて，その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。そのために，化学薬品の漏えい防護に係る設計時に再処理施設内において発生が想定される化学薬品の漏えいの影響評価（以下「化学薬品の漏えい評価」という。）を実施する。

また，これらの設計に当たり，化学薬品防護対象設備の安全機能を短時間で損なうおそれのある化学薬品を設定する。

化学薬品の漏えい評価では，化学薬品の漏えい源として発生要因別に分類した以下の化学薬品の漏えいを主として想定する。また，化学薬品の漏えい評価に当たっては，化学薬品防護対象設備を設置する区画（以

下「化学薬品防護区画」という。)を設定し、化学薬品の漏えい評価がより厳しい結果を与えるように化学薬品の漏えい経路を設定する。

- ・化学薬品の漏えいの影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい
- ・再処理施設内で生じる異常状態の拡大防止のために設置される系統からの消火剤の放出による化学薬品の漏えい
- ・地震に起因する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい

化学薬品の漏えい評価に当たっては、化学薬品防護対象設備の機能喪失高さ（化学薬品の漏えいの影響を受けて、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ）及び化学薬品防護区画を構成する壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、評価の条件を設定する。

化学薬品の漏えい評価において、化学薬品の漏えいの影響を軽減するための壁、扉、堰等の化学薬品防護設備については、化学薬品の影響を受けたとしてもその影響を軽減する機能が損なわれない設計にするとともに、必要により保守点検等の運用を適切に実施することにより、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

リ．その他再処理設備の附属施設の構造及び設備

(4) その他の主要な事項

(vi) 化学薬品防護設備

安全機能を有する施設は，再処理施設内における化学薬品の漏えいが発生した場合においても，安全機能を損なわない設計とする。

そのために，再処理施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）による化学薬品の漏えい，再処理施設内で生じる異常状態の拡大防止のために設置される系統からの消火剤の放出による化学薬品の漏えいが発生した場合においても，再処理施設内における扉，堰，遮断弁等により化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

なお，化学薬品の影響を受けたとしてもその影響を軽減する機能が損なわれない扉，堰，遮断弁等の溢水防護設備については，化学薬品防護設備として兼用する。

1.7.16 化学薬品の漏えい防護に関する設計

1.7.16.1 化学薬品の漏えい防護に関する設計方針

事業指定基準規則の要求事項を踏まえ、安全機能を有する施設は、再処理施設が化学薬品の漏えいの影響を受ける場合においても、その安全機能を確保するために、化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない方針とする。

そのために、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（平成25年6月19日原規技発第13061913号原子力規制委員会決定）」（以下「内部溢水ガイド」という。）を参考に、安全機能を有する施設のうち、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（以下「化学薬品防護対象設備」という。）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し、これらの設備が、内部溢水ガイドに示す没水、被水及び蒸気の影響評価手法等を参考に、漏えいした化学薬品の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。

1.7.16.2 再処理施設における化学薬品取扱いの基本方針

再処理施設においては、液体として硝酸、水酸化ナトリウム、TBP、n-ドデカン、硝酸ヒドラジン、硝酸ヒドロキシルアミン（以下「HAN」という。）、硝酸ガドリニウム、硝酸ナトリウム、炭酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウム、硫酸、ヒドラジン、りん酸ナトリウム及び模擬廃液並びに気体として窒素酸化物（以下「NO_x」という。）ガス、水素ガス、窒素ガス、酸素ガス等の化学薬品を使用する。これらの化学薬品のうち、再処理におけるプロセス工程（以下「再処理プロセス」という。）において大量に取り

扱う硝酸、水酸化ナトリウム、TBP、n-ドデカン、硝酸ヒドラジン、HAN及び炭酸ナトリウムは、試薬建屋の化学薬品貯蔵供給設備に貯蔵し、必要な量を各施設の化学薬品貯蔵供給系に移送する設計とする。

再処理施設における化学薬品の取扱いは、「消防法」、「労働安全衛生法」及び「毒物及び劇物取締法」の要求を満足するものとする。

化学薬品の取扱いの基本方針として、再処理施設及び従事者の安全性を確保するために、以下の安全設計及び対策を行う。

- (1) 化学薬品を内包する設備は、化学薬品の性状に応じた材料を選定し、腐食し難い設計とする。
- (2) 化学薬品を内包又は化学薬品が通過する機器の継ぎ手部は、化学薬品の性状に応じて適切な材料を選定するとともに、化学薬品が継ぎ手部から漏えいした際に従事者に飛散する可能性がある場合には、飛散防止措置を講ずる。
- (3) 化学薬品の漏えいが生じるおそれのある区画及び漏えいが伝播するおそれのある経路並びにそれらに設置する機器等については、耐薬品性を有する塗装材の塗布等により、漏えいにより生じる腐食性ガスの発生等の副次的な影響を低減する設計とする。

また、化学薬品の漏えい及び化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスに備えた運転員の安全確保に係る対応として、作業リスクに応じた保護具の装着や漏えい発生時の作業員の対応を定め、必要な資機材の配備、対応に係る教育訓練等を実施している。有毒化学物質により発生する有毒ガスが及ぼす影響を踏まえ、可動施設の受入に係る条件等の運用に係る事項を、保安規定又はその下位規定に定める。

化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスは、「1.7.9.5 航空機落下，爆発及び近隣工場等の火災以外の人為による事象に対する設計方針」の「(1) 有毒ガス」に示す方法により発生源を特定する。化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスが屋外に放出された場合の影響については，第9条「外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部衝撃）」で整理する。また，選定した有毒ガスが発生した場合の影響評価の詳細については，第20条「制御室等」及び第26条「緊急時対策所」で整理する。

1.7.16.3 化学薬品防護対象設備の抽出及び設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針

1.7.16.3.1 化学薬品防護対象設備を抽出するための方針

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で安全機能の重要度、化学薬品の漏えい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、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、安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器を化学薬品防護対象設備として抽出する。

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し、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、これらの設備には、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故（以下「事故等」という。）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。

なお、以下の設備は「1.7.16.3.2 設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針」で設定する化学薬品の漏えいの影響を受けても、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。

- (1) 化学薬品の影響を受けない構成部材で構成する以下の構築物、系統及び機器

- ・ステンレス鋼でライニングされた燃料貯蔵プール，コンクリートのセル，躯体等の構築物
- ・化学薬品の影響を受けない部材で構成された，容器，熱交換器，配管，手動弁等の静的設備

(2) 動的機能が喪失しても安全機能に影響しない機器（フェイルセーフ機能を持つ設備を含む。）

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。

1.7.16.3.2 設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針

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。

1.7.16.3.2.1 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

「1.7.16.3.2 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第 1.7.16-1 表に示す。

第 1.7.16-1 表 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)
T B P	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	T B P 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	ガラス溶融炉供給液の成分 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	ガラス溶融炉の洗浄運転	高レベル廃液ガラス 固化建屋
調整液	ガラス溶融炉供給液の成分 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

化学薬品	主な使用目的	使用・保管場所
NO _x 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 _x 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）	ガラス溶融炉の熱上げ及び 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

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（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 0.2mol/L 以上であることから、 0.2mol/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。

1.7.16.3.2.2 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T B P及びn-ドデカン、並びに腐食性ガスとしてNO_xガスを設定する。また、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、0.2mol/L以上の硝酸を含む溶液、水酸化ナトリウム、T B P及びn-ドデカン並びに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第1.7.16-2表に示す。

第1.7.16-2表 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 (T B P, n-ドデカン)	腐食性ガス (NO _x 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

1.7.16.4 考慮すべき化学薬品の漏えい事象

化学薬品の漏えい源及び化学薬品の漏えい量としては、発生要因別に分類した以下の化学薬品の漏えいを想定して評価することとし、評価の条件については内部溢水ガイドを参考とする。

- a. 化学薬品の漏えいの影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい（以下「想定破損による化学薬品の漏えい」という。）
- b. 再処理施設内で生じる異常状態の拡大防止のために設置される系統からの消火剤の放出による化学薬品の漏えい（以下「消火剤の放出による化学薬品の漏えい」という。）
- c. 地震に起因する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい（以下「地震起因による化学薬品の漏えい」という。）
- d. その他の要因（地震以外の自然現象、誤操作等）により生じる化学薬品の漏えい（以下「その他の化学薬品の漏えい」という。）

化学薬品の漏えい源となり得る機器は、化学薬品を内包する配管及び容器（塔、槽類を含む。以下同じ。）とし、設計図書（施工図面等）及び必要に応じ現場確認等により抽出を行ったうえ、耐震評価及び応力評価を踏まえ選定する。なお、液体状の化学薬品については、「1.7.15.3 考慮すべき溢水事象」で溢水源として想定する。

- a. 又は c. の評価において、応力又は地震により破損を想定する機器をそれぞれの評価での化学薬品の漏えい源として想定する。

a. 又は b. の化学薬品の漏えい源の想定に当たっては、一系統における単一の機器の破損、又は単一箇所での異常状態の発生とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

1.7.16.5 化学薬品の漏えい源及び化学薬品の漏えい量の想定

1.7.16.5.1 想定破損による化学薬品の漏えい

想定破損における化学薬品の漏えい源及び化学薬品の漏えい量の想定の考え方は、「1.7.15.4.1 想定破損による溢水」と同様である。

1.7.16.5.2 消火剤の放出による化学薬品の漏えい

消火設備については、設備の破壊、誤作動又は誤操作により消火剤が放出されても、化学薬品防護対象設備に影響を与えない設計とすることを「1.5.1.3.4 消火設備の破損、誤動作又は誤操作による安全機能への影響」に示している。

1.7.16.5.3 地震起因による化学薬品の漏えい

地震における化学薬品の漏えい源及び化学薬品の漏えい量の想定の考え方は、「1.7.15.4.3 地震起因による溢水」と同様である。

ただし、地震起因による燃料貯蔵プール・ピット等のスロッシングについては、プール中の流体が設計上考慮すべき化学薬品に該当しないことから、化学薬品の漏えい源としては想定しない。

1.7.16.5.4 その他の化学薬品の漏えい

その他の化学薬品の漏えいについては、地震以外の自然現象やその波及的影響に伴う化学薬品の漏えい、化学薬品防護区画内にて発生が想定されるその他の漏えい事象を想定する。

具体的には、飛来物等による、屋外タンク及び化学薬品の運搬及び補給のために一時的に再処理事業所に立ち入るタンクローリ等の破壊のような間接的な影響、機器ドレン、機器損傷（配管以外）、人的過誤及び誤作動による漏えいを想定する。

1.7.16.5.5 洞道内で発生する化学薬品の漏えい

洞道内で発生する化学薬品の漏えいについては、地震起因による化学薬品の漏えい及び想定破損による化学薬品の漏えいの発生を想定する。

1.7.16.6 化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路を設定するための方針

(1) 化学薬品防護区画の設定

化学薬品の漏えい防護に対する評価対象区画を化学薬品防護区画として、以下のとおり設定する。

- ①化学薬品防護対象設備が設置されている全ての区画
- ②中央制御室，使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の制御室
- ③運転員が，化学薬品の漏えいが発生した区画を特定する，又は必要により隔離等の操作が必要な設備にアクセスする通路部（以下「アクセス通路部」という。）

化学薬品防護区画は，壁，扉，堰，床段差等又はそれらの組合せによって他の区画と分離される区画として設定し，化学薬品防護区画を構成する壁，扉，堰，床段差等については，現場の設備等の設置状況を踏まえ，漏えいした化学薬品の伝播に対する評価の条件を設定する。

(2) 化学薬品の漏えい経路の設定

化学薬品の漏えい経路の設定の考え方は，「1.7.15.5 溢水防護区画及び溢水経路を設定するための方針」の「(2) 溢水経路の設定」と同様である。その上で，漏えい経路上の防水扉，堰等の流入防止機能に期待する場合は，漏えいした化学薬品の影響を考慮しても，当該機能を維持できるものとする。

1.7.16.7 化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針

想定破損による化学薬品の漏えい、地震起因による化学薬品の漏えい及びその他の化学薬品の漏えいに対して、内部溢水ガイドに示されている没水、被水及び蒸気影響に係る影響評価手法並びに硝酸、有機溶媒等の腐食作用等を有する流体を取り扱う再処理施設の特徴を踏まえ、化学薬品防護対象設備が漏えいした液体状の化学薬品による没水（以下「没液」という。）及び被液並びに腐食性ガスの放出の影響を受けて安全機能を損なわない設計とする。

また、化学薬品の漏えいが発生した場合のアクセス通路部の滞留液位については、「1.7.15.6 溢水防護対象設備を防護するための設計方針」と同様であるが、漏えいした化学薬品から運転員を防護する観点から、適切な安全装備を着装するものとする。

1.7.16.7.1 没液の影響に対する設計方針

(1) 没液の影響に対する評価方針

「1.7.16.4 考慮すべき化学薬品の漏えい事象」にて想定した化学薬品の漏えい源から発生する化学薬品の漏えい量と「1.7.16.6 化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路を設定するための方針」にて設定した化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路から算出した化学薬品の漏えい液位に対し、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的な評価の考え方は、「1.7.15.6.1 没水の影響に対する設計方針」と同様である。

ただし、化学薬品防護対象設備の機能喪失高さは、「1.7.16.3.2 設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針」で設定した化学薬品と

化学薬品防護対象設備の構成部材の組合せを考慮し、化学薬品防護対象設備の耐薬品性を有していない構成部材の下端とする。

(2) 没液の影響に対する防護設計方針

没液の影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が没液により安全機能を損なわない設計とする。

① 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

- a. 化学薬品防護区画外の化学薬品の漏えいに対して、壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁による流入防止対策を図り、漏えいした化学薬品の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、防水扉（又は水密扉）、堰、床ドレン逆止弁は、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

また、耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装材やシール材を堰や防水扉等に塗布することにより流入防止機能が維持できるものとする。

- b. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬

品の漏えい源から除外することにより化学薬品の漏えい量を低減する。

又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が区画内に漏えいすることを防止する設計とする。

あるいは、漏えい検知器を設置することにより、化学薬品の漏えいの発生を可能な限り早期に検知し、隔離を行うことで発生する化学薬品の漏えい量を低減する設計とする。化学薬品の漏えい量低減対策として設置する漏えい検知器は、想定破損に伴う化学薬品の漏えい源からの被液により当該機能が損なわれない設計とする。

c. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより化学薬品の漏えい量を低減する。

d. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、建屋内又は建屋間（建屋外の洞道含む。）に設置する緊急遮断弁により、地震の発生を早期に検知し、自動又は中央制御室からの手動遠隔操作により他建屋から流入する系統を早期に隔離できる設計とすることにより、化学薬品防護区画で発生する化学薬品の漏えい量を低減する設計とする。

②化学薬品防護対象設備に対する対策

- a. 評価の各段階におけるより厳しい結果を与える条件とあわせて考慮した上で、化学薬品防護対象設備の機能喪失高さに対して、化学薬品防護対象設備の設置高さが、発生した化学薬品による液位を十分に上回る設計とする。
- b. 化学薬品防護対象設備周囲に堰を設置し、化学薬品防護対象設備が没液しない設計とする。設置する堰については、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。
- c. 没液の影響に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備については、耐薬品性を有する機器への取替え（耐薬品性を有する部品の取替えを含む。）を行うことにより、没液から防護する設計とする。
- d. 耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布することにより、没液から防護する設計とする。

1.7.16.7.2 被液の影響に対する設計方針

(1) 被液の影響に対する評価方針

「1.7.16.4 考慮すべき化学薬品の漏えい事象」にて想定した化学薬品の漏えい源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被液並びに天井面の開口部若しくは貫通部からの被液の影響を受ける範囲内に

ある化学薬品防護対象設備が、被液により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、「1.7.16.3.2.2 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」を考慮し、以下に示す要求のいずれかを満足していれば、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

a. 化学薬品防護対象設備があらゆる方向からの化学薬品の飛まつによっても有害な影響が生じないように、以下に示すいずれかの保護構造を有していること。

(a) 化学薬品防護対象設備、又は、「1.7.15.6.2 被水の影響に対する設計方針」に示す水密処理対策について、化学薬品の漏えいにより機能が損なわれないよう、耐薬品性塗料の塗布等による被液防護措置がなされていること。

(b) 機器の破損により漏えいした化学薬品による腐食又は劣化に起因する化学的損傷に対して当該機能が損なわれない設計とする薬品防護板の設置により、被液防護措置がなされていること。

b. 多重性又は多様性を有している化学薬品防護対象設備の各々が別区画に設置され、同時に機能喪失しないこと。その際、化学薬品の漏えいを起因とする事故等に対処するために必要な機器の単一故障を考慮すること。

(2) 被液の影響に対する防護設計方針

被液による影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が被液により安全機能を損なわない設計とする。

① 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

- a. 化学薬品防護区画外の化学薬品の漏えいに対して、壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁による流入防止対策を図り、漏えいした化学薬品の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁は、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

また、耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装材やシール材を堰や防水扉等に塗布することにより流入防止機能が維持できるものとする。

- b. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより被液の影響が発生しない設計とする。又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することより、化学薬品が漏えいすることを防止する設計とする。

- c. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動によ

る地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより被液の影響が発生しない設計とする。

② 化学薬品防護対象設備に対する対策

- a. 化学薬品防護対象設備を覆う薬品防護板の設置により、被液から防護する設計とする。薬品防護板は、主要部材に不燃性材料又は難燃性材料を用い製作し、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保するとともに機器の破損により漏えいした化学薬品の腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して当該機能が損なわれない設計とする。
- b. 化学薬品防護対象設備の被液の影響部位に耐薬品性を有するコーキング等の水密処理を実施することにより、被液から防護する設計とする。水密処理は、機器の破損により生じる化学薬品の水圧に対して当該機能が損なわれない設計とする。
- c. 被液の影響に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備については、耐薬品性を有する機器への取替え（耐薬品性を有する部品の取替えを含む。）を行うことにより、被液から防護する設計とする。
- d. 耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布することにより、被液から防護する設計とする。

1.7.16.7.3 腐食性ガスの影響に対する設計方針

(1) 腐食性ガスの影響に対する評価方針

「1.7.16.3.2.2 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」にて検討した，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が，「1.7.16.4 考慮すべき化学薬品の漏えい事象」にて想定した化学薬品の漏えい源からの腐食性ガスの拡散による影響を確認するために，漏えいが発生した区画から，天井面の開口部，壁の貫通部等を介して他区画へ伝播する条件とし，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が腐食性ガスの影響により安全機能を損なうおそれのないことを評価する。具体的には，以下に示す要求のいずれかを満足していれば化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が，腐食性ガスの拡散経路以外に設置されていること。
- b. 多重性又は多様性を有している化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備の各々が別区画に設置され，腐食性ガスにより同時に機能喪失しないこと。その際，化学薬品の漏えいを起因とする事故等に対処するために必要な機器の単一故障を考慮すること。

(2) 腐食性ガスの影響に対する防護設計方針

腐食性ガスによる影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が腐食性ガスの影響により安全機能を損なわない設計とする。

① 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

- a. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより腐食性ガスによる影響が発生しない設計とする。又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が漏えいすることを防止する設計とする。
- b. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより腐食性ガスによる影響が発生しない設計とする。
- c. 化学薬品の漏えい経路にある開口部に気密処理を実施することにより、化学薬品防護対象設備の設置区画への化学薬品の移行を防止し、腐食性ガスの影響から防護する設計とする。気密処理は、機器の破損により生じる腐食性ガスに対して当該気密機能が損なわれない設計とする。

1.7.16.7.4 その他の化学薬品の漏えいに対する設計方針

機器の誤操作による漏えい、配管以外の機器損傷（配管フランジや弁グランドからのにじみを含む。）による漏えいについては、基本的に漏えい量が少ないと想定されるが、これらに対しても化学薬品防護対象設備の安全機能が損なわれないよう、機器の開放部又は損傷部（配管以外）からの漏えいに対しては、当該機器の開放部又は損傷部の周辺には化学薬品防護対象設備を設置しない設計とし、必要に応じ飛散防止カバーの設置等の流出防止措置を講ずることにより、安全機能が損なわれない設計とする。

試薬建屋への受入れの際に運搬する化学物質の漏えいによる影響としては、タンクローリによる屋外での運搬又は受入れ時に化学物質の漏えいが発生する場合を想定する。当該タンクローリの破損等によって漏えいした化学薬品が化学薬品防護区画に流入するおそれがある場合には、化学薬品の影響を受けない壁、扉、堰等により化学薬品防護区画を有する建屋及び洞道内への流入を防止する設計とする。

1.7.16.7.5 洞道内の化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針

洞道内にある配管、ケーブル等の化学薬品防護対象設備が、洞道内で発生する化学薬品の漏えいによる影響を受けて、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、化学薬品を内包する機器等が地震を要因とした漏えい源とならないように基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する、若しくは地震による破損を想定した上で、漏えい量を低減するために緊急遮断弁を設置する、化学薬品防護対象設備に対して耐薬品性を有する塗装材やシール材を塗布する、薬品防護板を設置する、又はこれらの組合せにより安全機能を損なわない設計とする。

また、想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、地震起因による化学薬品の漏えいに対する対策に加え、応力評価又は応力評価結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外する対策を行う、若しくは二重管等を設置し化学薬品が漏えいすることを防止することにより、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

1.7.16.7.6 化学薬品防護区画を有する建屋外からの流入防止に関する設計方針

化学薬品防護区画を有する化学薬品防護建屋外で発生を想定する化学薬品の漏えいが、化学薬品防護区画に流入するおそれがある場合には、壁（貫通部の止水処置を含む。）、扉、堰等により化学薬品防護区画を有する化学薬品防護建屋内への流入を防止する設計とし、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、漏えいした化学薬品の化学薬品防護区画への浸入経路としては、洞道において漏えいした化学薬品に対する配管等の貫通部の隙間及び建屋間の接合部等が考えられるため、これら浸入経路に対しては、貫通部等の隙間には耐薬品性を有する流入防止措置を実施することにより、漏えいした化学薬品が化学薬品防護区画内へ流入することを防止する設計とし、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

1.7.16.7.7 化学薬品の漏えい影響評価

化学薬品の漏えいにより安全上重要な施設の安全機能が損なわれない設計とし、化学薬品の漏えい影響評価に当たっては、事業指定基準規則の

解釈に基づき、事故等に対処するために必要な機器の単一故障を考慮しても異常事象を収束できる設計とする。

1.7.16.7.8 手順等

化学薬品の漏えい影響評価に関して、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- (1) 配管の想定破損評価において、応力評価の結果により破損形状の想定を行う場合は、評価結果に影響するような減肉がないことを継続的な肉厚管理で確認する。
- (2) 配管の想定破損評価による化学薬品の漏えいが発生する場合及び基準地震動による地震力により、耐震B、Cクラスの機器が破損し、化学薬品の漏えいが発生する場合においては、現場等を確認する手順を定める。
- (3) 化学薬品防護区画において、各種対策設備の追加、資機材の持込み等により評価の条件としている床面積に見直しがある場合は、あらかじめ定めた手順により化学薬品の漏えい影響評価への影響確認を行う。
- (4) 防水扉及び水密扉については、開放後の確実な閉止操作、閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を定める。
- (5) 化学薬品の漏えい発生後の回収等に関する手順を定める。

9.13 化学薬品防護設備

安全機能を有する施設は、再処理施設内における化学薬品の漏えいが発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、再処理施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）による化学薬品の漏えい、再処理施設内で生じる異常状態の拡大防止のために設置される系統からの消火剤の放出による化学薬品の漏えいが発生した場合においても、再処理施設内における扉、堰、遮断弁等により化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

なお、化学薬品の影響を受けたとしてもその影響を軽減する機能が損なわれない扉、堰、遮断弁等の溢水防護設備については、化学薬品防護設備として兼用する。

1. 3 規則への適合性

「再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業指定基準規則」という。）第十二条では，化学薬品の漏えいによる損傷の防止について，以下の要求がなされている。

（化学薬品の漏えいによる損傷の防止）

第十二条 安全機能を有する施設は，再処理施設内における化学薬品の漏えいが発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

安全機能を有する施設は，再処理施設内における化学薬品の漏えいが発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

2. 概要

2. 1 化学薬品の漏えい防護に関する基本方針

安全機能を有する施設は、再処理施設が化学薬品の漏えいの影響を受ける場合においても、その安全機能を確保するために、化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない設計とする。

ここで、安全機能を有する施設のうち、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（以下「化学薬品防護対象設備」という。）として、以下の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し、これらの設備が、内部溢水ガイドに示す没水、被水及び蒸気の影響評価手法等を参考に、漏えいした化学薬品の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。そのために、化学薬品の漏えい防護に係る設計時に再処理施設内において化学薬品の漏えいの影響評価（以下「化学薬品の漏えい評価」という。）を実施する。

- ・その機能の喪失により、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある設備

（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の受入れ施設のうち、使用済燃料受入れ設備の燃料取出しピット及び燃料仮置きピット並びに使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料のうち、貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プール、チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱いピット、燃料移送水路及び燃料送り出しピット（以下「燃料貯蔵プール・ピット等」という。）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。）

- ・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し、又は防止するために必要な設備

また、これらの設計に当たり、化学薬品防護対象設備の安全機能を短時間で損なうおそれのある化学薬品を設定する。

化学薬品の漏えい評価では、化学薬品の漏えい源として発生要因別に分類した以下の化学薬品の漏えいを主として想定する。また、化学薬品の漏えい評価に当たっては、化学薬品防護対象設備を設置する区画（以下「化学薬品防護区画」という。）を設定し、化学薬品の漏えい評価がより厳しい結果を与えるように化学薬品の漏えい経路を設定する。

- ・化学薬品の漏えいの影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい
- ・再処理施設内で生じる異常状態の拡大防止のために設置される系統からの消火剤の放出による化学薬品の漏えい
- ・地震に起因する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい

化学薬品の漏えい評価に当たっては、化学薬品防護対象設備の機能喪失高さ（化学薬品の漏えいの影響を受けて、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ）及び化学薬品防護区画を構成する壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、評価の条件を設定する。

化学薬品の漏えい評価において、化学薬品の漏えいの影響を軽減するための壁、扉、堰等の化学薬品防護設備については、化学薬品の影響を受けたとしてもその影響を軽減する機能が損なわれない設計にするとともに、必要により保守点検等の運用を適切に実施することにより、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

竜巻等の自然現象により発生する化学薬品の漏えい及びその波及的影響により発生する化学薬品の漏えいに関しては、化学薬品防護対象設備の配置を踏まえて、最も厳しい条件となる影響を考慮し、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

【補足説明資料 2-1】

化学薬品の漏えい防護を考慮した設計にあたり、具体的な方針を以下のとおりとする。

- (1) 再処理施設内で化学薬品の漏えいが生じた場合においても、化学薬品防護対象設備の安全機能が損なわれないよう、化学薬品防護対策については、以下の設計上の配慮を行う。
 - a. 化学薬品防護対象設備を漏えいした化学薬品から防護するための設備は、評価対象となる化学薬品防護対象設備が設置されている建屋（以下「化学薬品防護建屋」という。）内及び屋外で発生する漏えいした化学薬品の伝播による、化学薬品防護対象設備への影響、その他環境条件を考慮して、適切な構造、強度、耐薬品性及び止水性能を有するよう設計する。
 - b. 化学薬品の漏えい発生時の早期検知、化学薬品の漏えい発生確認後の適切な隔離措置等が可能な設計とする。
 - c. 化学薬品の漏えい量を低減するため、再処理施設内の機器等は、その内部流体の種類や温度、圧力等に従い、適切な構造、強度を有するよう設計する。
 - d. 再処理施設内での化学薬品の漏えい事象（地震起因を含む。）を想定し、再処理施設内での漏えいした化学薬品の伝播経路及び滞留を考慮して、化学薬品防護対象設備が、その安全機能を失わない（多

重性又は多様性を有している化学薬品防護対象設備が同時に機能喪失しない) 設計とする。

- e. 化学薬品の漏えいによって、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なう（多重性又は多様性を有している化学薬品防護対象設備が同時に機能喪失する）おそれがある場合には、化学薬品防護対象設備の設置高さを漏えいした化学薬品による液位を上回る高さに嵩上げ、又は化学薬品に対して十分な耐性を有する機器への取替え等の防護対策を行い、化学薬品防護対象設備が機能喪失しない設計とする。

2. 2 再処理施設の化学薬品漏えいの影響評価に係る特徴について

評価の具体的な内容に入る前に、再処理施設の化学薬品の漏えい影響評価に係る特徴について以下に示す。

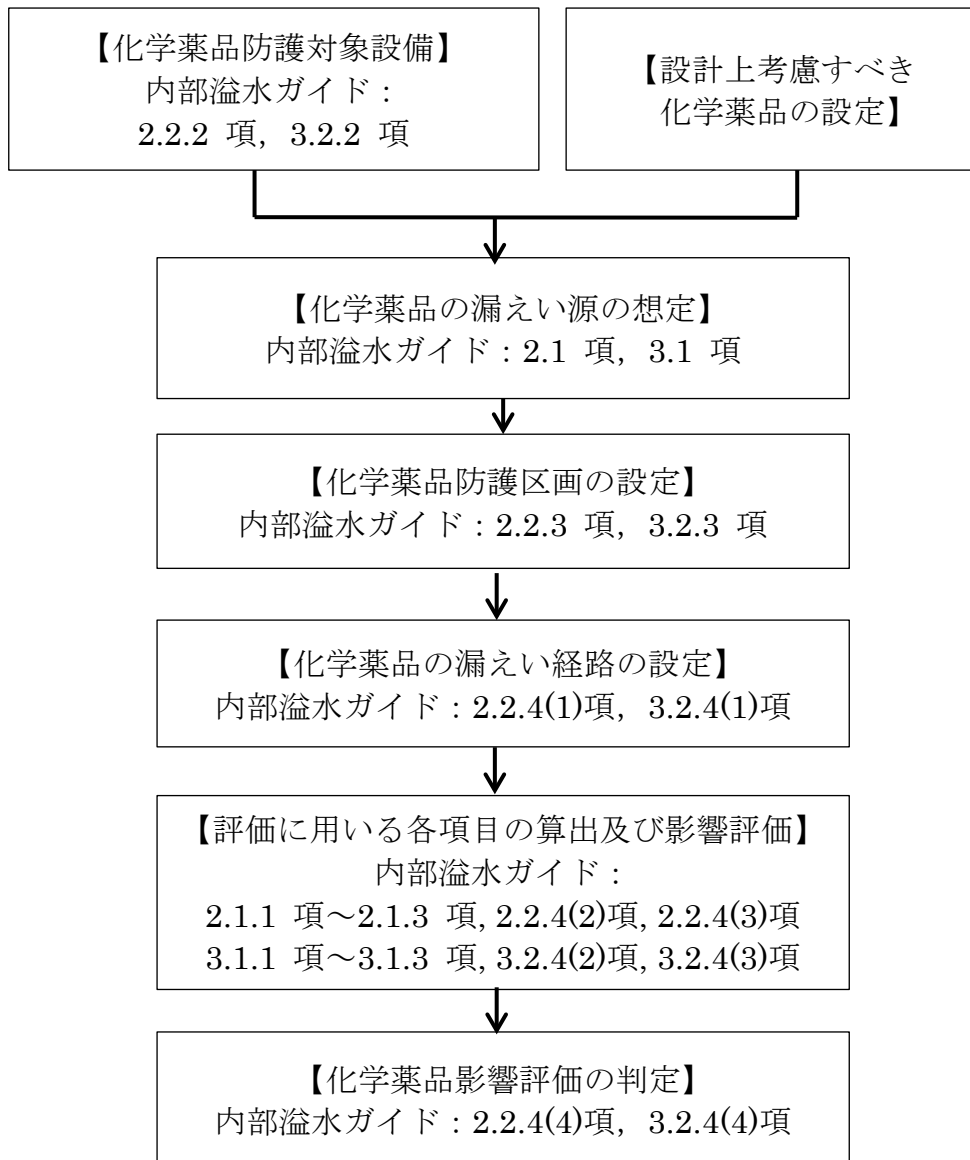
- (1) 再処理施設は、強酸や有機溶媒等、設備に影響を与えうる化学薬品を用いる工場である。このため、これらの化学薬品の漏えいによる安全機能を有する施設への影響を確認する。

また、化学薬品により設備の構成部材に与える影響が異なるため、漏えいした化学薬品による化学薬品防護対象設備への影響は、化学薬品と化学薬品防護対象設備の構成部材の組合せに応じて設定する。

- (2) 化学薬品の漏えい源の考え方及び漏えいに対する防護方針は、内部溢水ガイドを参考に検討するが、「使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水」に関しては、化学薬品の漏えい源ではないため、考慮を不要とする。

2. 3 化学薬品の漏えい影響評価フロー

化学薬品の漏えいによる損傷の防止の影響評価は、内部溢水ガイドを参考に、以下の第 2.3-1 図のフローにて実施する。



第 2.3-1 図 化学薬品の漏えい影響評価フロー

3. 再処理施設における化学薬品取扱いの基本方針

再処理施設においては、液体として硝酸、水酸化ナトリウム、TBP、n-ドデカン、硝酸ヒドラジン、硝酸ヒドロキシルアミン（以下「HAN」という。）、硝酸ガドリニウム、硝酸ナトリウム、炭酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウム、硫酸、ヒドラジン、りん酸ナトリウム及び模擬廃液並びに気体として窒素酸化物（以下「NO_x」という。）ガス、水素ガス、窒素ガス、酸素ガス等の化学薬品を使用する。これらの化学薬品のうち、再処理施設のプロセス工程（以下「再処理プロセス」という。）において大量に取り扱う硝酸、水酸化ナトリウム、TBP、n-ドデカン、硝酸ヒドラジン、HAN及び炭酸ナトリウムは、試薬建屋の化学薬品貯蔵供給設備に貯蔵し、必要な量を各施設の化学薬品貯蔵供給系に移送する設計とする。

再処理施設における化学薬品の取扱いは、「消防法」、「労働安全衛生法」及び「毒物及び劇物取締法」の要求に従うものとする。

化学薬品の取扱いの基本方針として、再処理施設及び従事者の安全性を確保するために、以下の安全設計及び対策を行う。

- (1) 化学薬品を内包する設備は、化学薬品の性状に応じた材料を選定し、腐食し難い設計とする。
- (2) 化学薬品を内包又は化学薬品が通過する機器の継ぎ手部は、化学薬品の性状に応じて適切な材料を選定するとともに、化学薬品が継ぎ手部から漏えいした際に従事者に飛散する可能性がある場合には、飛散防止措置を講ずる。
- (3) 化学薬品の漏えいが生じるおそれのある区画及び漏えいが伝播するおそれのある経路並びにそれらに設置する機器等については、耐薬品性を有する塗装材の塗布等により、漏えいにより生じる腐食性ガスの発生

等の副次的な影響を低減する設計とする。

また、万一の化学薬品の漏えい及び化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスに備えた運転員の安全確保に係る対応として、作業リスクに応じた保護具の装着や漏えい発生時の作業員の対応を定め、必要な資機材の配備、対応に係る教育訓練等を実施する。詳細を補足説明資料 3-1に示す。

【補足説明資料 3-1】

有毒化学物質により発生する有毒ガスが及ぼす影響を踏まえ、可動施設の受入に係る条件等の運用に係る事項を、保安規定又はその下位規定に定める。

化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスは、「1.7.9.5 航空機落下、爆発及び近隣工場等の火災以外の人為による事象に対する設計方針」の「(1) 有毒ガス」に示す方法により発生源を特定する。化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスが屋外に放出された場合の影響については、第9条「外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部衝撃）」で整理する。また、選定した有毒ガスが発生した場合の影響評価の詳細については、第20条「制御室等」及び第26条「緊急時対策所」で整理する。

4. 化学薬品防護対象設備

化学薬品の漏えいにより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は、安全機能を有する施設とする。このうち、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安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器を化学薬品防護対象設備とする。

4. 1 事業指定基準規則第 12 条の要求事項及び内部溢水ガイドの規定について

(1) 事業指定基準規則第 12 条及びその解釈では、安全機能を有する施設が化学薬品の漏えいで機能喪失しないことを求めている。

事業指定基準規則 第 12 条	事業指定基準規則の解釈
(化学薬品の漏えいによる損傷の防止) 第十二条 安全機能を有する施設は、再処理施設内における化学薬品の漏えいが発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	第 12 条 (化学薬品の漏えいによる損傷の防止) 2 第 12 条に規定する「安全機能を損なわない」とは、再処理施設内部で発生が想定される化学薬品の漏えいに対し、冷却、水素掃気、火災・爆発の防止、臨界防止等の安全機能を損なわないこと、安全機能を有する施設の構成部材が腐食すること等による安全機能の喪失を防止すること等をいう。

なお、安全機能を有する施設のうち、安全上重要な施設の全体像は、「事業指定基準規則及びその解釈第 1 条の 3」に定義される「安全上重要な施設」に該当する設備とする。

【補足説明資料 4-1】

○ 内部溢水ガイドでは、発電所で発生した溢水に対して防護すべき設備に関して以下の記載がある。

(2.2.2 溢水からの防護すべき対象設備)

2.1 項の溢水源及び溢水量の想定に当たっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、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を溢水防護対象設備とする。

(3.2.2 溢水から防護すべき対象設備)

3.1 項の溢水源及び溢水量の想定に当たっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を溢水防護対象設備とする。

また、内部溢水ガイドでは原子炉施設の溢水評価に関して以下の記載があり、想定破損により生じる溢水及び消火水の放水による溢水の想定に当たっては一系統における単一の機器の破損を想定している。

(2.1 溢水源及び溢水量の想定)

溢水源としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。

- (1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- (2) 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- (3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

ここで、上記(1)、(2)の溢水源の想定に当たっては、一系統における単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

4. 2 化学薬品防護対象設備の選定

事業指定基準規則第 12 条（化学薬品の漏えいによる損傷の防止）の要求事項及び内部溢水ガイドの規定を踏まえ、化学薬品防護対象設備を選定する。選定の考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「3. 2 溢水防護対象設備の選定」と同様である。

化学薬品影響評価対象の選定フローを第 4. 2-1 図に、化学薬品の漏えい影響評価の対象外とする理由を補足説明資料 4-4 に示す。

第 4. 2-1 図に示した化学薬品の漏えい影響評価対象の選定フローにより選定された化学薬品の漏えい影響評価対象設備のリスト及び配置（例）について、補足説明資料 4-2 に示す。

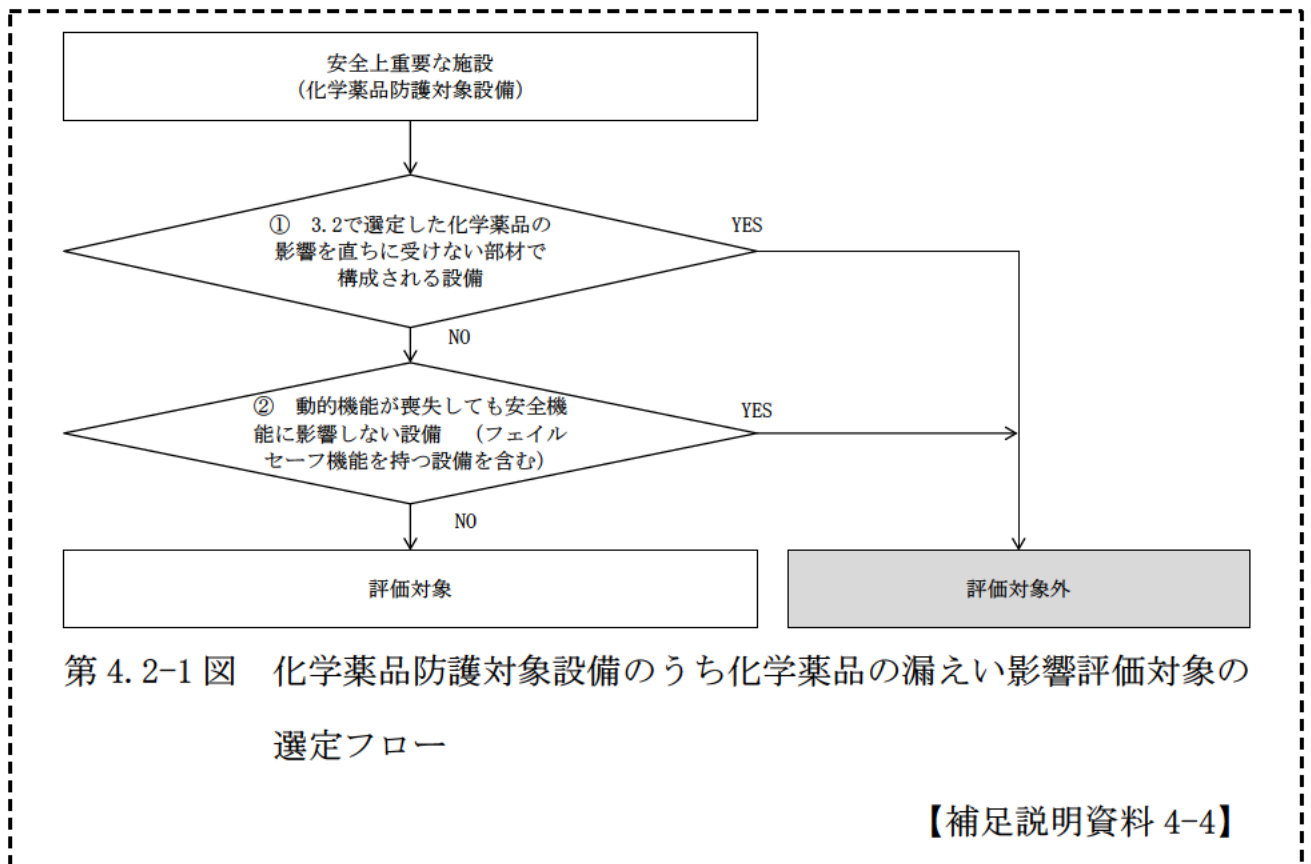
【補足説明資料 4-2】

【補足説明資料 4-4】

同様に補足説明資料 4-4 の選定により化学薬品の影響を評価する対象から除外された設備を、補足説明資料 4-3 に示す。

【補足説明資料 4-3】

【補足説明資料 4-4】



4. 3 設計上考慮すべき化学薬品の設定のための方針

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に腐食又は劣化の影響を与えないものとして設計上考慮すべき対象から除外する。

【補足説明資料 4-11】

4. 3. 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

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（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0.2mol/L以上であることから，0.2mol/L未満の硝酸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。

【補足説明資料 4-11】

4. 3. 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可能性があるTBP及びn-ドデカン，並びに腐食性ガスとしてNO_xガスを設定する。また，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さ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，0.2mol/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第4.3.2表に示す。

第4.3.2表 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 _x 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

【補足説明資料 4-11】

4. 4 化学薬品防護対象設備の機能喪失の判定

設定した化学薬品防護対象設備の各化学薬品の漏えいモードにおける機能喪失の判定基準は、「3. 2 設計上考慮すべき化学薬品の設定」で設定した設計上考慮すべき化学薬品が漏えいし、評価対象とした化学薬品防護対象設備と接触することにより、該当化学薬品に対し耐性を有さない構成部材の腐食又は劣化の影響による設備の機能喪失を想定し、以下のよう

に定める。

◇ 没水(以下, 化学薬品の漏えいの影響評価としては、「没液」という。)

化学薬品防護対象設備の機能喪失高さ(化学薬品の影響を受けて、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ)と、設置されている区画の化学薬品の漏えい液位を比較し、化学薬品の漏えい液位の方が高い場合には当該設備は機能喪失と判定する。機能喪失高さは、「3. 2 設計上考慮すべき化学薬品の設定」で設定した化学薬品と化学薬品防護対象設備の構成部材の組合せに応じて設定する。

◇ 被水(以下, 化学薬品の漏えいの影響評価としては、「被液」という。)

- ・ (流体を内包する機器からの被液)

設計上考慮すべき化学薬品の漏えい源となる機器が耐薬品性を有さない化学薬品防護対象設備から直視でき、当該化学薬品防護対象設備に防護措置がなされていない場合は、機能喪失と判定する。

- ・ (上層階からの漏えいした化学薬品の伝播による被液)

化学薬品防護対象設備の上方に上層階からの漏えいした設計上考慮すべき化学薬品の伝播経路が存在し、当該化学薬品防護対象設備に被液防護措置がなされていない場合は、上層階で漏えいした化学薬品が伝播経路を経由して被液することにより、当該化学薬品防護対象設備は機能喪失と判定する。

◇ 蒸気

化学薬品の漏えいにおいては、腐食性ガスであるNO_xガスが蒸気に該当する（以下、化学薬品の漏えいの影響評価としては、「腐食性ガス」という。）。

腐食性ガスが漏えいし、その経路に化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が存在する場合は、当該化学薬品防護対象設備は機能喪失と判定する。

4. 5 化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針

化学薬品の漏えいの影響を評価するために想定する単一の機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい（以下「想定破損による化学薬品の漏えい」という。）、再処理施設内で生じる異常状態の拡大防止のために設置される系統からの消火剤の放出による化学薬品の漏えい（以下「消火剤の放出による化学薬品の漏えい」という。）、地震に起因する機器の破損等により生じる化学薬品の漏えい（以下「地震起因による化学薬品の漏えい」という。）及びその他の要因（地震以外の自然現象，誤操作等）により生じる化学薬品の漏えい（以下「その他の化学薬品の漏えい」という。）に対して、化学薬品防護対象設備が以降に示す没液及び被液の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とする。

4. 5. 1 没液の影響に対する防護設計方針

没液の影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が没液により安全機能を損なわない設計とする。

(1) 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

a. 化学薬品防護区画外の化学薬品の漏えいに対して、壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁による流入防止対策を図り、漏えいした化学薬品の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁は、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

また、耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装材やシール材を堰や防水扉等に塗布することにより流入防止機能が維持できるものとする。

【補足説明資料 4-5】

b. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより化学薬品の漏えい量を低減する。

又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が区画内に漏えいすることを防止する設計とする。

あるいは、漏えい検知器を設置することにより、化学薬品の漏えいの発生を可能な限り早期に検知し、隔離を行うことで発生する化学薬品の漏えい量を低減する設計とする。化学薬品の漏えい量低減対策として設置する漏えい検知器は、想定破損に伴う化学薬品の漏えい源からの被液により当該機能が損なわれない設計とする。

【補足説明資料 4-6】

【補足説明資料 4-9】

c. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより化学薬品の漏えい量を低減する。

【補足説明資料 4-7】

d. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、建屋内又は建屋間（建屋外の洞道含む。）に設置する緊急遮断弁により地震の発生を早期に検知し、自動又は中央制御室からの手動遠隔操作により他建屋から流入する系統を早期に隔離できる設計とすることにより、化学薬品防護区画で発生する化学薬品の漏えい量を低減する設計とする。

(2) 化学薬品防護対象設備に対する対策

- a. 評価の各段階におけるより厳しい結果を与える条件をあわせて考慮した上で、化学薬品防護対象設備の機能喪失高さに対して、化学薬品防護対象設備の設置高さが、発生した化学薬品による液位を十分に上回る設計とする。

【補足説明資料 4-10】

- b. 化学薬品防護対象設備周囲に堰を設置し、化学薬品防護対象設備が没液しない設計とする。設置する堰については、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。
- c. 没液の影響に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備については、耐薬品性を有する機器への取替え（耐薬品性を有する部品の取替えを含む。）を行うことにより、没液から防護する設計とする。
- d. 耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布することにより、没液から防護する設計とする。

4. 5. 2 被液の影響に対する防護設計方針

被液による影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が被液により安全機能を損なわない設計とする。

(1) 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

a. 化学薬品防護区画外の化学薬品の漏えいに対して、壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁による流入防止対策を図り、漏えいした化学薬品の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁は、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

また、耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装材やシール材を堰や防水扉等に塗布することにより流入防止機能が維持できるものとする。

【補足説明資料 4-5】

b. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより被液の影響が発生しない設計とする。又

は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が区画内に漏えいすることを防止する設計とする。

【補足説明資料 4-6】

【補足説明資料 4-9】

c. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより被液の影響が発生しない設計とする。

【補足説明資料 4-7】

(2) 化学薬品防護対象設備に対する対策

a. 化学薬品防護対象設備を覆う薬品防護板の設置により、被液から防護する設計とする。薬品防護板は、主要部材に不燃性材料又は難燃性材料を用い製作し、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保するとともに機器の破損により漏えいした化学薬品の腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して当該機能が損なわれない設計とする。

b. 化学薬品防護対象設備の被液の影響部位に耐薬品性を有するコーキング等の水密処理を実施することにより、被液から防護する設計とする。水密処理は、機器の破損により生じる化学薬品の水圧に対して当該機能が損なわれない設計とする。

【補足説明資料 4-8】

- c. 被液の影響に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備については、耐薬品性を有する機器への取替え（耐薬品性を有する部品の取替えを含む。）を行うことにより、被液から防護する設計とする。
- d. 耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布することにより、被液から防護する設計とする。

4. 5. 3 腐食性ガスの影響に対する防護設計方針

腐食性ガスによる影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が腐食性ガスの影響により安全機能を損なわない設計とする。

(1) 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

- a. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより腐食性ガスによる影響が発生しない設計とする。又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が漏えいすることを防止する設計とする。

【補足説明資料 4-6】

【補足説明資料 4-9】

b. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより腐食性ガスによる影響が発生しない設計とする。

【補足説明資料 4-7】

c. 化学薬品の漏えい経路にある開口部に気密処理を実施することにより、化学薬品防護対象設備の設置区画への化学薬品の流入を防止し、腐食性ガスの影響から防護する設計とする。気密処理は、機器の破損により生じる腐食性ガスに対して当該機能が損なわれない設計とする。

5. 化学薬品の漏えい源の想定

(1) 考慮すべき化学薬品の漏えい源

化学薬品の漏えい源としては、発生要因別に分類した以下の化学薬品の漏えいを想定する。

- a. 想定破損による化学薬品の漏えい
- b. 消火剤の放出による化学薬品の漏えい
- c. 地震起因による化学薬品の漏えい
- d. その他の化学薬品の漏えい

化学薬品の漏えい源となり得る機器は、化学薬品を内包する配管及び容器とし、設計図書（施工図面等）及び必要に応じ現場確認等により抽出を行ったうえ、耐震評価及び応力評価を踏まえ想定する。a. 又はc. の評価において、応力又は地震により破損を想定する機器をそれぞれの評価での化学薬品の漏えい源として想定する。

具体的には、想定破損による化学薬品の漏えいでは、化学薬品の漏えい源となり得る機器は化学薬品を内包する配管とし、地震起因による化学薬品の漏えいでは、化学薬品防護対象設備の設置された建屋・区画内において化学薬品を内包する配管及び容器（塔、槽類、熱交換器等）を抽出する。ここで抽出された機器を想定破損及び地震起因のそれぞれの評価での化学薬品の漏えい源として考慮する。

【補足説明資料 5-1】

a. 又はb. の化学薬品の漏えい源の想定に当たっては、一系統における単一の機器の破損又は単一箇所での異常状態の発生とし、他の系統及び機

器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

5. 1 想定破損による化学薬品の漏えい

想定破損による化学薬品の漏えいにおける、漏えい源の想定のお考え方は、「第11条 溢水による損傷の防止」における「4. 1 想定破損による溢水」と同様である。化学薬品を内包する配管は、材料選定フローに基づき材料選定を行っており、薬品環境下においても配管としての健全性は確保されているため、水の配管を前提とした応力評価の手法を化学薬品の配管へ適用することは妥当である。詳細は補足説明資料5-2に示す。

【補足説明資料 5-2】

5. 2 消火剤の放出による化学薬品の漏えい

消火剤の放出による化学薬品の漏えいは、内部溢水ガイドにおける「発電所内で生じる異常状態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される設備からの放水による溢水」に該当する。しかしながら、消火剤が放出されても、化学薬品防護対象設備（即ち安全上重要な施設）に影響を与えない設計をすることとしているため、化学薬品の漏えい源としては想定しない。消火設備の詳細は、「第5条 火災等による損傷の防止」を参照。

5. 3 地震起因による化学薬品の漏えい

地震起因による化学薬品の漏えいにおける、漏えい源の想定のお考え方は、「第11条 溢水による損傷の防止」における「4. 3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水」と同様である。ただし、地震起因による燃料貯蔵プール・ピット等のスロッシングについては、プール中の流体が化学薬品防護対象設備の損傷の防止を検討する化学薬品に該当しないことから、化学薬品の漏えい源としては想定しない。

5. 4 その他の化学薬品の漏えい

その他の化学薬品の漏えいについては、地震以外の自然現象やその波及的影響に伴う化学薬品の漏えい、化学薬品防護区画内にて発生が想定されるその他の漏えい事象が想定される。

5. 4. 1 地震以外の自然事象やその波及的影響に伴う化学薬品の漏えい

地震以外の自然現象による化学薬品の漏えい影響としては、竜巻に起因する飛来物等による、屋外タンク及び化学薬品の運搬及び補給のために一時的に事業所に立ち入るタンクローリ等の破壊のような間接的な影響が考えられる。

再処理施設内において、化学薬品を貯蔵する屋外タンク等は設置しておらず、想定される自然現象である、風（台風）、竜巻、降水、落雷、森林火災、高温、凍結、火山の影響、積雪、生物学的事象、塩害による化学薬品の漏えいの影響はない。

【補足説明資料2-1】

5. 4. 2 化学薬品防護区画内にて発生が想定されるその他の漏えい事象について

化学薬品防護区画内にて発生が想定されるその他の漏えい事象としては、機器損傷（配管以外）及び人的過誤による漏えいが想定される。

その他の漏えいとして想定する化学薬品の漏えい事象に関し、機器の誤操作による漏えい、及び配管フランジや弁グランドからのにじみについては、基本的に漏えい量が少ないと想定されるが、これらに対しても化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

なお、再処理施設には発電炉にある格納容器スプレイのような自動にて系外に化学薬品を放出する設備がないため、誤作動についての考慮を不要とする。

人的過誤による漏えいは、化学薬品防護対象設備を直接視認できないエリアから化学薬品防護対象設備に被液させる開放部を操作する設備はないため、当該区画における誤操作により生じる化学薬品の漏えいは発生しない。現場サンプリングについては、現場に人が介在し、漏えいがあれば速やかに弁を閉止する。

試薬建屋への受入れの際に運搬される化学物質の漏えいによる影響としては、屋外での運搬又は受入れ時に化学物質の漏えいが発生したとしても、化学薬品防護対象設備へ直接被液することはないため、当該安全機能に影響を及ぼすことはない。

【補足説明資料 5-3】

6. 化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路の設定

6. 1 化学薬品防護区画の設定

評価対象となる化学薬品防護対象設備が設置されている建屋を、化学薬品防護建屋として設定する。

【補足説明資料 4-5】

また、以下に示す化学薬品防護区画は、壁、扉、堰、床段差等又はそれらの組合せによって他の区画と分離される区画として設定し、化学薬品防護区画を構成する壁、扉、堰、床段差等については、現場の設備等の設置状況を踏まえ、漏えいした化学薬品の伝播に対する評価条件を設定する。

化学薬品防護建屋及び化学薬品防護区画の配置図（例）を補足説明資料 4-2 に示す。

【補足説明資料 4-2】

- ・ 化学薬品防護対象設備が設置されている全ての区画
- ・ 中央制御室，使用済燃料の受入れ施設並びに貯蔵施設の制御室
- ・ 運転員が，化学薬品の漏えいが発生した区画を特定する，又は必要により隔離等の操作が必要な設備にアクセスする通路部

現場へのアクセスについては、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「3. 3 溢水防護対象設備の機能喪失の判定」と同様であるが、アクセスする際には、漏えいした化学薬品から運転員を防護する観点から、適切な安全装備を着装するものとする。

【補足説明資料 3-1】

6. 2 化学薬品の漏えい経路の設定

化学薬品防護建屋において、床開口部（機器ハッチ、階段等）及び化学薬品の漏えい影響評価において耐薬品性を有する構成部材の設備（防水扉や堰等）の抽出を行い、化学薬品の漏えい経路を設定する。

化学薬品の漏えい影響評価において考慮する化学薬品の漏えい経路は、化学薬品防護区画とその他の区画（化学薬品防護対象設備が存在しない区画又は通路）との間における伝播経路となる扉、壁開口部及び貫通部、天井開口部及び貫通部、床面開口部及び貫通部、床ドレン等の接続状況及びこれらに対する流入防止対策の有無を踏まえ設定する。化学薬品の漏えい経路モデル（例）を補足説明資料 6-1 に、化学薬品の漏えい経路となる開口部については補足説明資料 6-2 に示す。

【補足説明資料 6-1】

【補足説明資料 6-2】

また、化学薬品防護区画図を補足説明資料 4-2 に示す。

【補足説明資料 4-2】

なお、防水扉及び堰の設置、壁開口部及び貫通部への止水処置、天井や床面開口部及び貫通部への止水処置等の流入防止対策（例）については、補足説明資料 4-5 に示す。

【補足説明資料 4-5】

また、再処理施設の停止時（機器の計画的な点検、保守などを実施するためせん断等の処理をしない期間）における化学薬品防護対象設備の待機除外や扉の開放等、再処理施設の保守管理上やむを得ぬ措置の実施により、影響評価上設定した再処理の運転期間中の状態と一時的に異なる状態となった場合についても想定する。

【補足説明資料 6-3】

6. 2. 1 化学薬品の漏えい経路設定の基本方針

化学薬品の漏えい経路設定の基本方針の考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「5. 2. 1 溢水経路設定の基本方針」と同様である。化学薬品の漏えい経路と溢水経路となる開口の比較については、補足説明資料 6-2 に示す。

【補足説明資料 6-2】

6. 2. 2 基本方針を踏まえた対応方針

(1) 再処理施設の稼働状態を踏まえた再処理施設特有の対応方針

化学薬品の運用に関しては、通常運転時と再処理施設の停止時で特別な違いはない。

【補足説明資料 6-3】

(2) 堰及び防水扉（又は水密扉）の設定に対する考え方

堰及び防水扉の設定に対する考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「5. 2. 2 基本方針を踏まえた対応方針」の「(2) 堰及び防水扉（又は水密扉）の設定に対する考え方」と同様である。

6. 2. 3 化学薬品の漏えい経路の評価方針

- ・ 化学薬品の漏えい影響評価においては、各評価区画の漏えいした化学薬品が全量その評価区画に滞留した場合を想定する。漏えいした化学薬品の液位の算出後、漏えいした化学薬品は設定した経路に沿って伝播するものとする。
- ・ 下階には全量流下を想定する。

6. 2. 4 化学薬品防護区画内外における化学薬品の漏えい経路

(1) 化学薬品防護区画内漏えいにおける化学薬品の漏えい経路

化学薬品防護区画内漏えいに関する化学薬品の漏えい経路の評価を行う場合、化学薬品防護対象設備の存在する化学薬品防護区画の液位が最も高くなるように当該の区画から他の区画への流出がないように化学薬品の漏えい経路を設定することを基本とする。

化学薬品の漏えい影響評価を行う場合の、化学薬品防護区画内に存在する床ドレン、開口部等の各構成要素の化学薬品の漏えいに対する考え方は、「第11条 溢水による損傷の防止」における「5. 2. 4 溢水防護区画内外における溢水経路」の「(1) 溢水防護区画内漏えいにおける溢水経路」と同様である。

(2) 化学薬品防護区画外漏えいにおける化学薬品の漏えい経路

化学薬品防護区画外漏えいでの化学薬品の漏えい経路の評価を行う場合、化学薬品防護対象設備の存在する化学薬品防護区画の液位が最も

高く（当該化学薬品防護区画に流入する液量は多く，排水する流量は少なくなるように設定）なるように化学薬品の漏えい経路を設定する。

化学薬品の漏えい影響評価を行う場合の，化学薬品防護区画内に存在する床ドレン，開口部等の各構成要素の化学薬品の漏えいに対する考え方は，「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「5. 2. 4 溢水防護区画内外における溢水経路」の「(2) 溢水防護区画外漏えいにおける溢水経路」と同様である。

(3) 腐食性ガスの漏えい経路について

気体である腐食性ガスは，重力に従う液体の場合と伝播の仕方が異なり区画内へ拡散することから，床，壁及び天井等を境界として区域を分割し，それら区域間の伝播経路を設定する。

腐食性ガスの放出評価に用いる拡散範囲は，適切な評価方法を用いて妥当な評価範囲を設定する。

【補足説明資料 8-3】

7. 建屋内の化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針

想定した化学薬品の漏えい源及び化学薬品の漏えい量に対して、化学薬品防護対象設備が没液及び被液の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とする。

7. 1 没液の影響に対する評価及び防護設計方針

7. 1. 1 没液の影響に対する評価方針

「5. 化学薬品の漏えい源の想定」にて想定した化学薬品の漏えい源から発生する化学薬品の漏えい量と「6. 化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路の設定」にて設定した化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路から算出した化学薬品の漏えい液位に対し、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

漏えいした化学薬品による没液の考え方は、「第11条 溢水による損傷の防止」における「6. 1. 1 没水の影響に対する評価方針」と同様である。

想定破損による化学薬品の漏えい影響評価を8.2に、地震起因による化学薬品の漏えい影響評価を9.5に示す。

化学薬品防護対象設備の機能喪失高さは、「4. 3. 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」で設定した化学薬品と化学薬品防護対象設備の構成部材の耐薬品性の組合せを考慮し、化学薬品防護対象設備の耐薬品性を有していない構成部材の下端とする。機能喪失高さについては、補足説明資料7-2に詳細を示す。

【補足説明資料7-2】

7. 1. 2 没液の影響に対する防護設計方針

没液の影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が没液により安全機能を損なわない設計とする。

(1) 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

a. 化学薬品防護区画外の化学薬品の漏えいに対して、壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁による流入防止対策を図り、漏えいした化学薬品の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁は、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

また、耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装材やシール材を堰や防水扉等に塗布することにより流入防止機能が維持できるものとする。

【補足説明資料 4-5】

b. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより化学薬品の漏えい量を低減する。

又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が区画内に漏えいすることを防止する設計とする。

あるいは、漏えい検知器を設置することにより、化学薬品の漏えいの発生を可能な限り早期に検知し、隔離を行うことで発生する化学薬品の漏えい量を低減する設計とする。化学薬品の漏えい量低減対策として設置する漏えい検知器は、想定破損に伴う化学薬品の漏えい源からの被液により当該機能が損なわれない設計とする。

【補足説明資料 4-6】

【補足説明資料 4-9】

c. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより化学薬品の漏えい量を低減する。

【補足説明資料 4-7】

d. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、建屋内又は建屋間（建屋外の洞道含む。）に設置する緊急遮断弁により地震の発生を早期に検知し、自動又は中央制御室からの手動遠隔操作により他建屋

から流入する系統を早期に隔離できる設計とすることにより，化学薬品防護区画で発生する化学薬品の漏えい量を低減する設計とする。

(2) 化学薬品防護対象設備に対する対策

a. 評価の各段階におけるより厳しい結果を与える条件とあわせて考慮した上で，化学薬品防護対象設備の機能喪失高さに対して，化学薬品防護対象設備の設置高さが，発生した化学薬品による液位を十分に上回る設計とする。

【補足説明資料 4-10】

b. 化学薬品防護対象設備周囲に堰を設置し，化学薬品防護対象設備が没液しない設計とする。設置する堰については，漏えいした化学薬品により発生する液位，水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに，基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

c. 没液の影響に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備については，耐薬品性を有する機器への取替え（耐薬品性を有する部品の取替えを含む。）を行うことにより，没液から防護する設計とする。

d. 耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布することにより，没液から防護する設計とする。

7. 2 被液の影響に対する評価及び防護設計方針

7. 2. 1 被液の影響に対する評価方針

「5. 化学薬品の漏えい源の想定」にて想定した化学薬品の漏えい源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被液並びに天井面の開口部若しくは貫通部からの被液の影響を受ける範囲内にある化学薬品防護対象設備が被液により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、「4. 3. 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」で設定した化学薬品と化学薬品防護対象設備の構成部材の組合せを考慮し、以下に示す要求のいずれかを満足していれば、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。想定破損による化学薬品の漏えい影響評価を8.2に、地震起因による化学薬品の漏えい影響評価を9.5に示す。

(1) 化学薬品防護対象、又は、「4. 5. 2 被液の影響に対する防護設計方針」に示す水密処理対策について、化学薬品の漏えいにより機能が損なわれないよう、耐薬品性塗料の塗布等による被液防護措置がなされていること。

機器の破損により漏えいした化学薬品による腐食又は劣化に起因する化学的損傷に対して当該機能が損なわれない設計とする薬品防護板の設置により、被液防護措置がなされていること。

(2) 多重性又は多様性を有している化学薬品防護対象設備が同時に機能喪失しないこと。その際、化学薬品の漏えいを起因とする事故等に対処するために必要な機器の単一故障を考慮すること。

7. 2. 2 被液の影響に対する防護設計方針

被液による影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が被液により安全機能を損なわない設計とする。

(1) 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

a. 化学薬品防護区画外の化学薬品の漏えいに対して、壁、扉、堰、床段差等の設置状況を踏まえ、壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁による流入防止対策を図り、漏えいした化学薬品の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、防水扉（又は水密扉）、堰及び床ドレン逆止弁は、漏えいした化学薬品により発生する液位、水圧及び腐食又は劣化に起因する化学的損傷の影響に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の化学薬品の漏えいの要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が可能な限り損なわれない設計とする。

また、耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装材やシール材を堰や防水扉等に塗布することにより流入防止機能が維持できるものとする。

【補足説明資料 4-5】

b. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより被液の影響が発生しない設計とする。又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が区画内に漏えいすることを防止する設計とする。

【補足説明資料 4-6】

【補足説明資料 4-9】

c. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより被液の影響が発生しない設計とする。

【補足説明資料 4-7】

(2) 化学薬品防護対象設備に対する対策

a. 化学薬品防護対象設備を覆う薬品防護板の設置により、被液から防護する設計とする。薬品防護板は、主要部材に不燃性材料又は難燃性材料を用い製作し、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計及び実機での被液の条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被液試験等により確認する設計とするとともに、機器の破損により漏えいした化学薬品の水圧並びに腐食又は劣化に

起因する化学的損傷の影響に対して当該機能が損なわれない設計とする。

- b. 化学薬品防護対象設備の被液の影響部位に耐薬品性を有するコーキング等の水密処理を実施することにより、被液から防護する設計とする。水密処理は、機器の破損により生じる化学薬品の水圧に対して当該機能が損なわれない設計とする。

【補足説明資料 4-8】

- c. 被液の影響に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備については、耐薬品性を有する機器への取替え（耐薬品性を有する部品の取替えを含む。）を行うことにより、被液から防護する設計とする。
- d. 耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布することにより、被液から防護する設計とする。

7. 3 腐食性ガスの影響に対する評価及び防護設計方針

7. 3. 1 腐食性ガスの影響に対する評価方針

「4. 3. 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」にて検討した、化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が、「5. 化学薬品の漏えい源の想定」にて想定した化学薬品の漏えい源からの腐食性ガスの拡散による影響を確認するために、漏えいが発生した区画から、天井面の開口部、壁の貫通部等を介して他区画へ伝播する条件とし、化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が腐食性ガスの影響により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が安全機能を損なうおそれはない。想定破損による化学薬品の漏えい影響評価を8.4に、地震起因による化学薬品の漏えい影響評価を9.7に示す。

- (1) 化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が、腐食性ガスの拡散経路に設置されていないこと。
- (2) 多重性又は多様性を有している化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が腐食性ガスにより同時に機能喪失しないこと。その際、化学薬品の漏えいを起因とする事故等に対処するために必要な機器の単一故障を考慮すること。

7. 3. 2 腐食性ガスの影響に対する防護設計方針

腐食性ガスによる影響評価を踏まえ、以下に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が腐食性ガスの影響により安全機能を損なわない設計とする。

(1) 化学薬品漏えい源又は化学薬品の漏えい経路に対する対策

a. 想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する配管について応力評価を実施し、破損形状を貫通クラックとできるか、又は破損想定が不要とできるかを確認する。その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外することにより腐食性ガスによる影響が発生しない設計とする。又は、破損を想定する配管に機器収納ボックスや二重管等を設置することにより、化学薬品が漏えいすることを防止する設計とする。

【補足説明資料 4-6】

【補足説明資料 4-9】

b. 地震起因による化学薬品の漏えいに対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、化学薬品の漏えい源から除外することにより腐食性ガスによる影響が発生しない設計とする。

【補足説明資料 4-7】

- c. 化学薬品の漏えい経路にある開口部に気密処理を実施することにより、化学薬品防護対象設備の設置区画への化学薬品の移行を防止し、腐食性ガスの影響から防護する設計とする。気密処理は、機器の破損により生じる腐食性ガスに対して当該気密機能が損なわれない設計とする。

7. 4 その他の化学薬品の漏えいに対する設計方針

機器の誤操作による漏えい、及び配管フランジや弁グランドからの漏えいについては、基本的に漏えい量が少ないと想定されるが、これらに対しても化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

なお、機器の誤作動による化学薬品の漏えいについては、再処理施設の化学薬品防護建屋内において、発電炉に設置されている格納容器スプレイのように自動作動により系外に化学薬品を放出する設備はないことから、想定しない。

【補足説明資料 5-3】

7. 5 洞道内の化学薬品防護対象設備を防護するための設計方針

洞道内にある配管、ケーブル等の化学薬品防護対象設備が洞道内で発生する化学薬品の漏えいによる影響を受けて、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

【補足説明資料 7-1】

具体的には、化学薬品を内包する配管の耐震評価及び対策により、地震に起因する化学薬品配管の破損がないように、化学薬品漏えいの発生防止を図る設計とする。

ただし、耐震補強が不可能な場合は、耐震性が確保できないことから、その部位での破損を想定し、漏えいする化学薬品を耐震性の確保できる洞道内に流入させない対策を講じる、耐薬品性を有する塗装材やシール材を化学薬品防護対象設備に塗布する、又は化学薬品の漏えい源に対して緊急遮断弁を設置する、薬品防護板を設置する、或いはそれらの組合せにより、化学薬品防護対象設備が化学薬品と接触することを防止することで、安全機能を損なわない設計とする。

また、想定破損による化学薬品の漏えいに対しては、地震起因による化学薬品の漏えいに対する対策に加え、応力評価又は応力評価結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、化学薬品の漏えい源から除外する対策を行う、若しくは二重管等を設置し化学薬品が漏えいすることを防止することにより、化学薬品防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

7. 6 化学薬品防護区画を有する建屋外からの流入防止に関する設計方針

化学薬品防護区画を有する化学薬品防護建屋外で発生を想定する化学薬品の漏えいが、化学薬品防護区画に流入するおそれがある場合には、壁（貫通部の止水処置を含む。）、扉、堰等により化学薬品防護区画を有する化学薬品防護建屋内への流入を防止する設計とし、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

7. 7 化学薬品の漏えい影響評価

化学薬品の漏えいにより安全上重要な施設の安全機能が損なわれない設計とし、化学薬品の漏えい影響評価に当たっては、事故等に対して設備の単一故障を考慮しても異常事象を収束できる設計とする。

8. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価

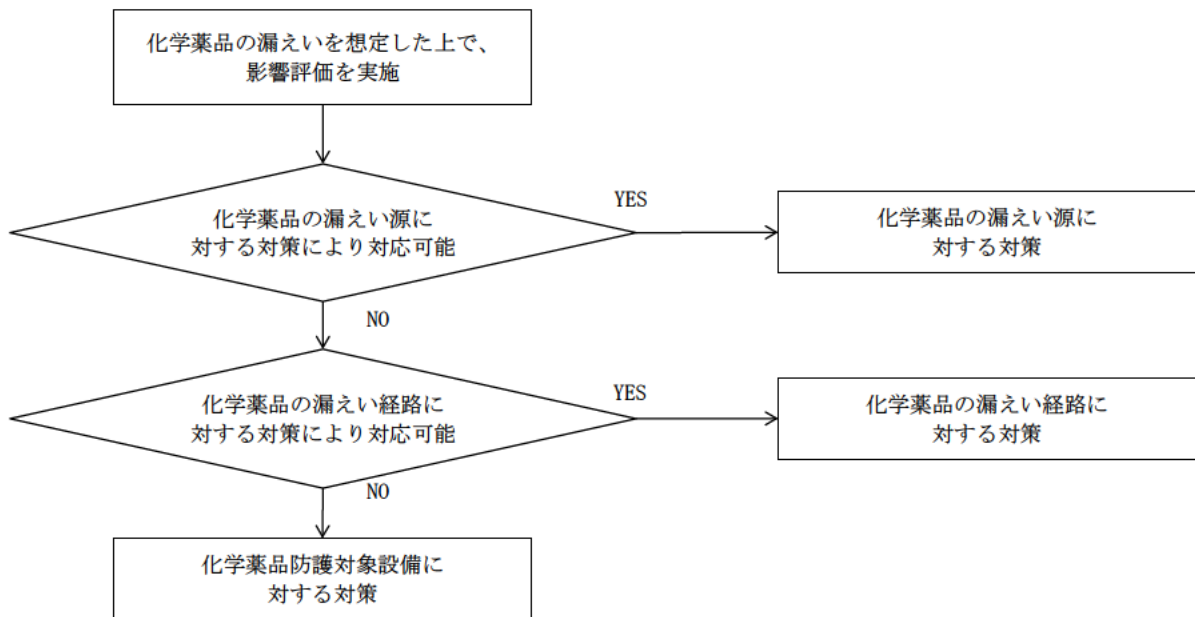
想定破損による化学薬品の漏えいに対し、硝酸溶液、水酸化ナトリウム及び有機溶媒（TBP及びn-ドデカン）の各化学薬品の漏えい源ごとの漏えい量を算出し、「6. 化学薬品防護区画及び化学薬品の漏えい経路の設定」にて設定した化学薬品の漏えい経路をもとに、影響評価を実施する。

評価方針としては、あらゆる箇所での化学薬品の漏えいの発生を想定した上で、想定破損の化学薬品の漏えいによる化学薬品防護対象設備への影響の確認及び機能喪失の判定を実施し、多重性又は多様性を有する化学薬品防護対象設備の安全機能が同時に損なわれないことを確認する。

多重性又は多様性を有する化学薬品防護対象設備の安全機能が同時に損なうおそれがある場合は、化学薬品の漏えい経路、化学薬品防護対象設備又は化学薬品の漏えい源に対して、以下に示す対策を組み合わせることで安全機能を損なわない設計とする。

- (1) 化学薬品漏えい源に対する発生防止・影響緩和対策（以下「化学薬品漏えい源に対する対策」という。）
- (2) 化学薬品の漏えい経路に対する拡大防止対策（以下「化学薬品の漏えい経路に対する対策」という。）
- (3) 化学薬品防護対象設備に対する損傷防止対策（以下「化学薬品防護対象設備に対する対策」という。）

上記の評価及び防護方針をフローとして以下第8-1 図に示す。



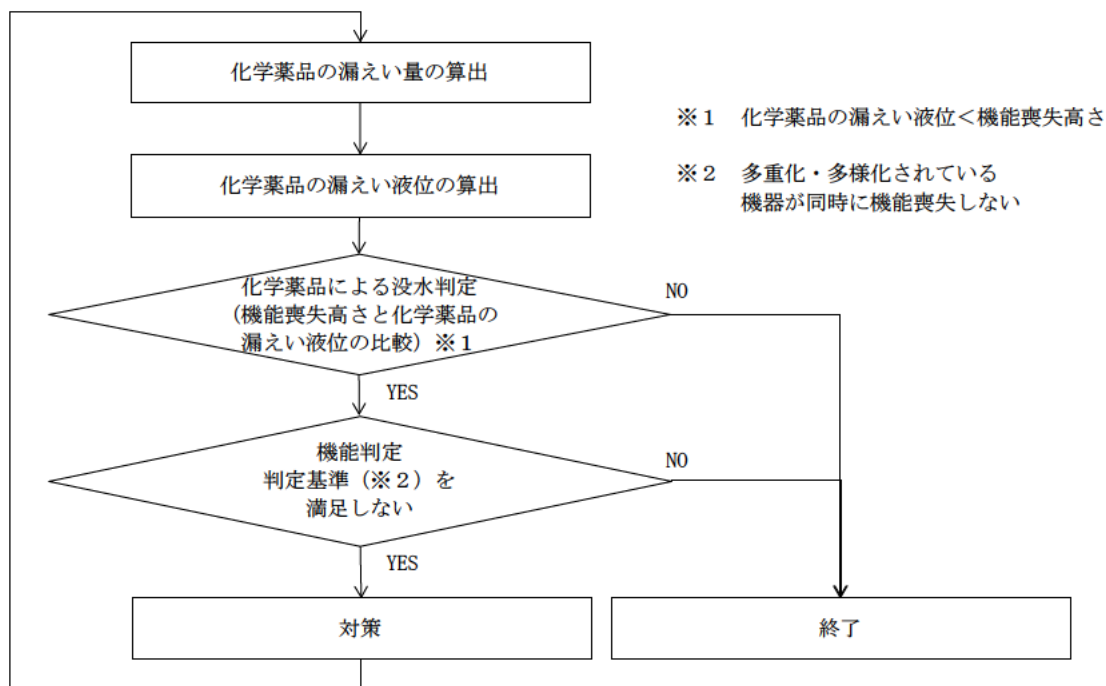
第 8-1 図 想定破損に対する評価及び防護方針の概要フロー

8. 1 化学薬品の漏えい量の算定

化学薬品の漏えい量の算定の考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「7. 1 溢水量の算定」と同様である。

8. 2 想定破損による没液影響評価

高エネルギー配管及び低エネルギー配管の分類に従い、算定した化学薬品の漏えい量に対して、化学薬品防護対象設備の没液影響評価を実施する。想定破損による没液影響評価フローを第 8.2-1 図に示す。



第 8.2-1 図 想定破損による没液影響評価フロー

8. 2. 1 評価方法

評価方法の考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「7.

2. 1 評価方法」と同様である。

想定破損による化学薬品の漏えい影響評価結果（例）を補足説明資料 8-1 に示す。

【補足説明資料 8-1】

8. 2. 2 判定

8. 2. 1 の各化学薬品防護対象設備の機能喪失判定を踏まえ、プラント全体として安全機能が保たれているかについて判定を実施する。

単一の機器が破損すると仮定した場合においても、多重性又は多様性を有する機器が同時に機能喪失しないことを確認する。

以上により想定破損による没液評価は終了となる。

【補足説明資料 8-1】

8. 3 想定破損による被液影響評価

評価対象区画内に設置される配管の想定破損による直接の被液及び上層階で漏えいした化学薬品が伝播経路を経由して発生する被液を考慮し、化学薬品防護対象設備の被液影響評価を実施する。想定破損による被液影響評価フローを第 8.3-1 図に示す。

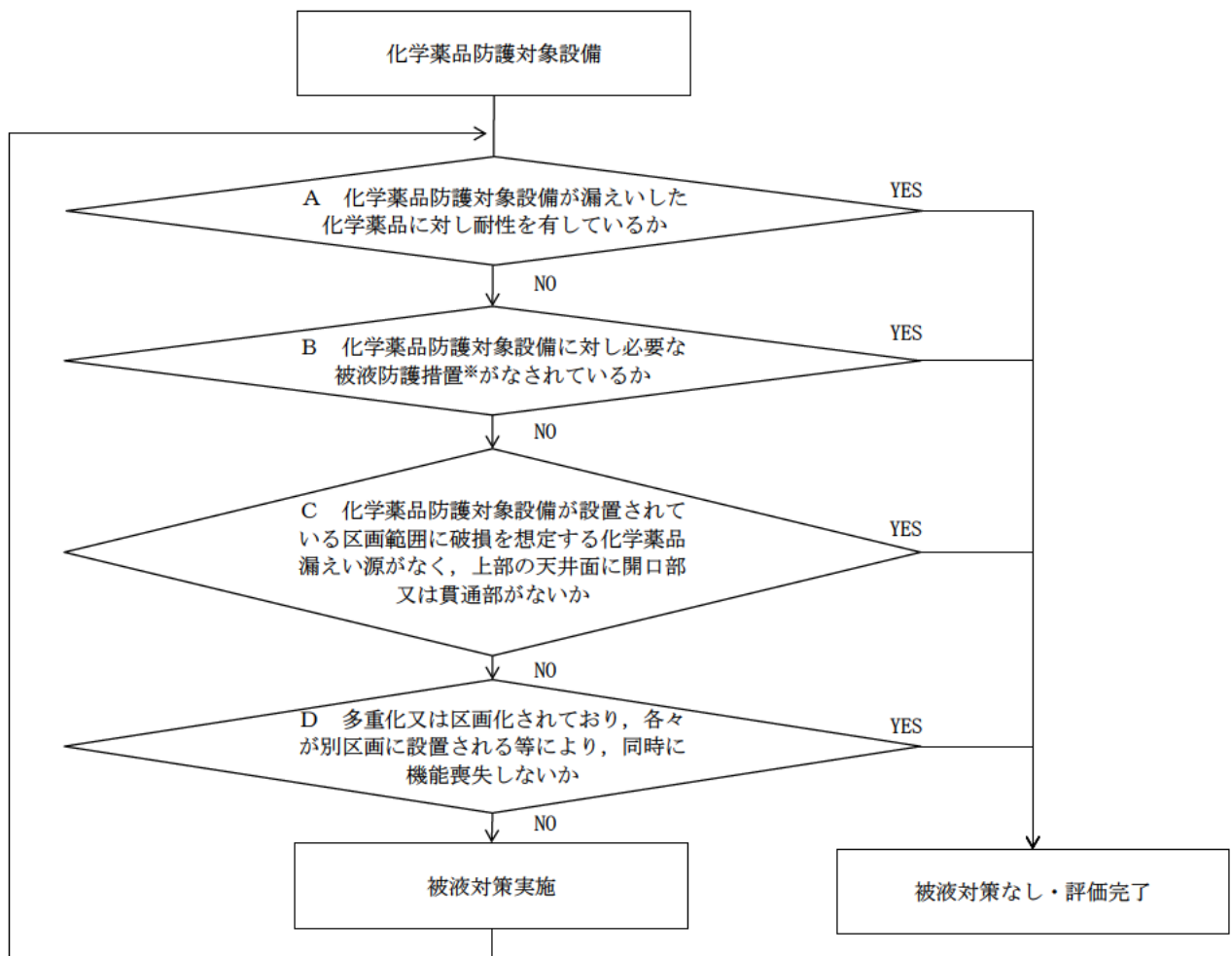
4. 3 に記載した判定基準に基づき、想定した化学薬品の漏えいに対し、化学薬品防護対象設備が機能喪失しないことを確認する。

なお、機能喪失と判定される場合、必要となる化学薬品の漏えい防護対策（薬品防護板の設置等）を実施することにより、化学薬品防護対象設備が機能喪失しないことを確認する。

8. 3. 1 評価方法

想定破損による直接の被液及び化学薬品の漏えい経路からの被液に対し、化学薬品防護対象設備の被液影響評価を実施する。

被液影響評価に対する考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「7. 3. 1 評価方法」と同様である。



※構造上被液防護機能を有していると評価した機器については、実際の被液環境を模擬した試験の実施、又は机上評価により被液防護機能を確認する。

第 8.3-1 図 被液影響評価フロー

8. 4 想定破損による腐食性ガスの影響評価

配管の破損により生じる腐食性ガスの発生源の有無，伝播経路，化学薬品防護対象設備の設置位置等を考慮して，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備の腐食性ガスの影響評価を実施する。想定破損による腐食性ガスの影響評価フローを第 8.4-1 図に示す。

4. 3 に記載した判定基準に基づき，想定した腐食性ガスの影響に対し，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が機能喪失しないことを確認する。

なお，機能喪失と判定される場合，必要となる対策（補強工事，機器収納ボックスの設置等）を実施することにより，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備が機能喪失しないことを確認する。

腐食性ガスの拡散範囲に化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備がある場合は，破損を想定する配管への機器収納ボックスや二重管等の設置等による防護対策を実施する。

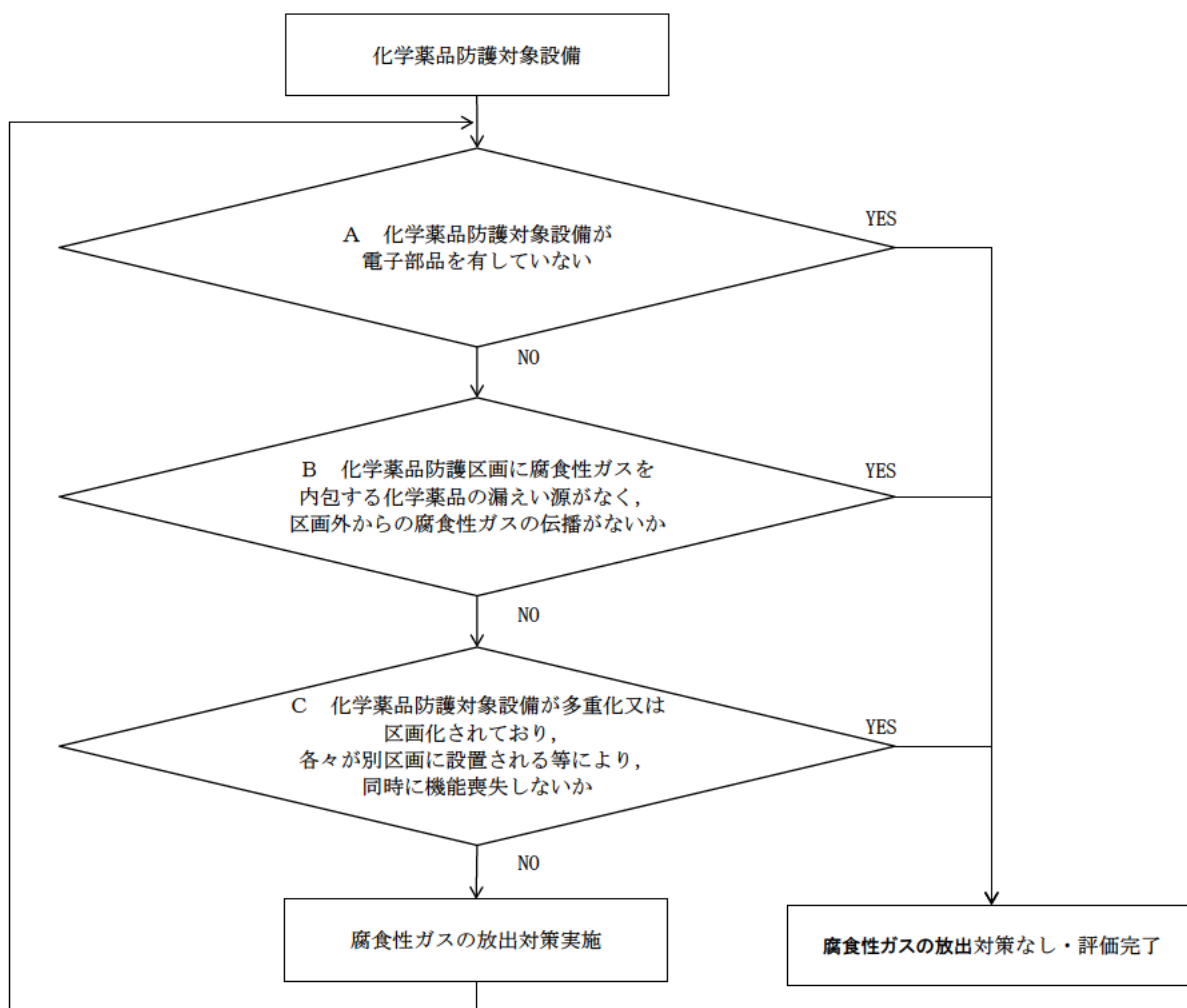
【補足説明資料 4-9】

8. 4. 1 評価方法

配管の破損により生じる腐食性ガスの発生源の有無，伝播経路，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備の設置位置等を考慮して，化学薬品防護対象設備のうち電子部品を有する設備の腐食性ガスの影響評価を実施する。

想定破損による腐食性ガスの拡散評価結果（例）を、補足説明資料 8-3 に示す。

【補足説明資料 8-3】



第 8.4-1 図 腐食性ガスの影響評価フロー

9. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価

化学薬品の漏えいにおける、地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価の考え方は、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「9. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価」と同様である。ただし、化学薬品の漏えいにおいては漏えい後に発生する影響を少なくする観点から、化学薬品防護建屋内における地震起因による化学薬品の漏えいに関しては、化学薬品の漏えい源の除外により化学薬品の漏えいの影響が発生しない設計とする。

10. 化学薬品防護対象設備が設置されている建屋外からの化学薬品の漏えい影響評価

屋外タンク等の破損を考慮した再処理事業所内の化学薬品の漏えいにより、化学薬品防護対象設備が設置されている化学薬品防護建屋に及ぼす影響を確認する。

10.1 建屋外からの化学薬品の漏えい影響評価

化学薬品防護対象設備が設置されている建屋の外部に存在する化学薬品の漏えい源としては、屋外タンク等に保有している化学薬品が挙げられる。

以下にこれらの化学薬品の漏えい源が化学薬品防護対象設備に与える影響を評価する。

10.2 屋外タンク等の化学薬品の漏えいによる影響評価

再処理事業所内にある屋外タンク等の化学薬品が化学薬品防護対象設備に与える影響として詳細評価を実施する。

再処理事業所内にある屋外タンク等のうち、溢水の影響のあるタンク等を抽出した（「第11条 溢水による損傷の防止」の「11. 溢水防護対象設備が設置されている建屋外からの溢水影響評価」を参照）。

その結果、屋外にあるタンク等については、検討対象となる化学薬品を保有しておらず、化学薬品防護対象設備が設置されている建屋外からの化学薬品の漏えいは発生しないため、化学薬品防護対象設備に影響を与えることはない。

2 章 補足説明資料

第12条:化学薬品の漏えいによる損傷の防止

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料)				備考(令和元年8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料2-1	自然現象による化学薬品の漏えい影響の考慮について	令和2年4月13日	4	補足説明資料-5 自然現象による化学薬品の漏えい影響の考慮について
補足説明資料3-1	作業員の安全確保に係る対応について	令和2年4月13日	1	
補足説明資料3-2	化学薬品の漏えいによる化学的損傷以外に影響が発生する事象	令和1年12月4日	1	
補足説明資料4-1	再処理施設における「事業指定基準規則」に基づく影響評価対象設備の抽出(化学薬品の漏えいと、内部溢水及び内部火災における防護対象の比較)	令和2年4月13日	4	補足説明資料-4 再処理施設における「事業指定基準規則」に基づく防護対象設備の抽出(化学薬品の漏えいと内部火災における防護対象の比較)
補足説明資料4-2	化学薬品防護対象設備のうち影響評価の対象とする設備リスト及び配置図(例)	令和2年4月13日	4	
補足説明資料4-3	評価対象除外リスト	令和2年4月13日	3	
補足説明資料4-4	化学薬品の影響評価の対象外とする理由について	令和2年4月13日	4	
補足説明資料4-5	壁, 防水扉, 堰等による化学薬品の漏えい経路への対策について	令和2年4月13日	4	
補足説明資料4-6	応力評価に基づくサポート等改造対策の概要について	令和1年11月8日	0	補足説明資料-10 応力評価に基づくサポート等改造対策の概要について
補足説明資料4-7	耐震B, Cクラス機器の評価について	令和1年11月8日	0	耐補足説明資料-2 震B, Cクラス機器の評価について
補足説明資料4-8	被液防護対策(例)	令和1年12月4日	2	
補足説明資料4-9	化学薬品の漏えい防止対策と拡大防止対策について	令和2年4月13日	3	
補足説明資料4-10	防護対象設備に対する嵩上げ対策について	令和1年12月4日	0	
補足説明資料4-11	漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定の詳細	令和2年4月13日	5	
補足説明資料5-1	化学薬品漏えい源とする機器(配管、容器)について	令和2年4月13日	3	
補足説明資料5-2	薬品配管への応力評価式の適用について	令和1年11月8日	0	
補足説明資料5-3	その他漏えい事象に対する確認について	令和4年6月2日	6	有毒ガス防護に係る防護対策の明確化について
補足説明資料6-1	化学薬品の漏えい経路モデル(代表例)	令和1年12月5日	1	
補足説明資料6-2	化学薬品の漏えい経路となる開口部について	令和1年11月20日	1	
補足説明資料6-3	再処理施設の停止時の化学薬品の漏えい影響について	令和1年11月8日	0	

第12条:化学薬品の漏えいによる損傷の防止

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料)				備考(令和元年8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料7-1	化学薬品防護対象設備が設置されている洞道について	令和2年4月13日	1	
補足説明資料7-2	化学薬品の没液評価における防護対象設備の機能喪失高さについて	令和2年4月13日	0	
補足説明資料8-1	想定破損による化学薬品による没液影響評価結果(例)	令和2年4月13日	4	
補足説明資料8-2	想定破損による被液影響評価	令和1年12月4日	1	
補足説明資料8-3	想定破損による腐食性ガス拡散結果(例)	令和1年12月5日	1	
補足説明資料11-1	重大事故等対処施設を対象とした化学薬品の漏えい防護の基本方針について	令和1年12月4日	1	補足説明資料-8 重大事故等対処施設を対象とした化学薬品防護の基本方針について
補足説明資料11-2	化学薬品の漏えい影響評価における保守性について	令和2年4月13日	2	
補足説明資料11-3	過去の不具合事例への対応について	令和2年4月13日	3	過去補足説明資料-6 の不具合事例への対応について
補足説明資料11-4	有毒ガス防護に係る申請書記載項目の整理表(第12条)	令和4年6月2日	0	本資料については内容精査中のため、追而提出とする。

令和2年4月13日 R1

補足説明資料3-1 (12条)

作業員の安全確保に係る対応について

1. 基本的な考え方

再処理施設は、原子力施設であるとともに、化学工場であることから、放射性物質のみならず、化学薬品の人体への危険性・有害性を認識し、化学薬品の取扱いに係る法令及びこれまでの経験に基づき、設備対応と運用管理を行い、作業従事者の安全を確保している。

具体的には、放射性物質に関する以下の対応を実施している。

- (1) 放射性物質を内包する機器・配管は、その放射能濃度に応じた耐震クラス、機種区分に基づいて、設計を行う。
- (2) 放射能濃度の高い流体を内包する機器・配管は、原則として、セル等の人がアクセスしないエリアに配置し、漏えい時の作業員への被ばくの影響を抑制する配置設計とする。

加えて、化学薬品に関する以下の対応を実施している。

- (1) 化学薬品の取扱いに係る法令及び過去の経験に基づき、漏えいの発生防止及び作業員の保護を図っている。
- (2) 化学薬品を内包する機器・配管は、ステンレス鋼等の腐食し難い材料を使用し、接合部のガスケットには、耐薬品性の材料を選定し、漏えいの発生を防止している。
- (3) 万一の化学薬品の漏えいに備え、作業員が安全に避難するために必要な社内規定を定めるとともに、必要な資機材の配備を行う。
- (4) 化学薬品の取扱い及び漏えい時の対応について、保安教育等により、作業員に周知徹底する。

2. 化学薬品に関する労働安全衛生法等に基づく対応

労働安全衛生法，消防法等の要求に対し，以下の対応を行い，化学薬品に対する安全を確保している。

法令	要求事項	対応
労働安全衛生法 【特化則】	作業に従事する労働者に不浸透性の保護衣，保護手袋，保護長靴，呼吸用保護具等必要な保護具を使用させること。(第 22 条)	作業に当たっては，作業場所には化学薬品の種類に応じた適切な保護具をあらかじめ配備する。
	地上の安全な場所に避難することができる二つ以上の出入り口を設けること。(第 18 条)	安全な場所に避難することができるように，避難経路上に，二つ以上の出入り口を設ける。
	接合部等の漏洩防止措置(ガスケット等)を講じること。(第 14 条)	フランジ接合部には，適切なガスケットを用いる等の漏えいし難い構造とするとともに，必要に応じて飛散防止カバーを取り付ける。
	当該物質の種類，温度，濃度等に応じ，腐食し難い材料で造り，内張りを施す等の措置をすること。(第 13 条)	貯蔵タンク及び配管は，ステンレス等の腐食し難い材料で構成する。
	作業者が見やすい位置に当該原材料の種類，送給の対象設備その他必要な事項を表示すること。(第 17 条)	貯蔵タンク及び配管には，化学薬品を識別できる表示を設ける。
	第一類物質又は，第二類物質を製造し，又は取り扱う作業に労働者を従事させるときは，洗眼，洗身又はうがいの設備，更衣設備，又は洗濯のための設備を設けること。(第 38 条)	化学薬品を取り扱う場所の近くには，シャワー，洗眼器等の洗浄用資機材を配備する。
労働安全衛生法 【労働安全衛生規則】	化学設備から危険物が大量に流出した場合等，危険物の爆発，火災等による労働災害発生の急迫した危険があるときには直ちに作業を中止し，労働者を安全な場所に退避させること。(第 274 条の 2)	保安教育等によって，被災時の緊急対応等を作業員に周知徹底する。
消防法	液体の危険物を取り扱うタンクの周囲には，防油堤(堰)を設けること。(第 13 条の 3)	液体の化学薬品を取り扱うタンクの周囲には，万一全量漏えいした場合でも，貯留できる堰を設ける。
化学プラントにおけるセーフティアセスメント	取扱いされている物質の潜在的危険性は十分に把握されており，危険性物質の不時放出に対する予防対策がとられていること。(基発第 149 号 平成 12 年 3 月 21 日)	保安教育等によって，被災時の緊急対応等を作業員に周知徹底する。

3. 現場作業時の対応

化学薬品及び放射性物質を取り扱う建屋で実施する作業に当たっては、作業における化学薬品及び放射性物質による被災等のリスクを作業計画段階で評価し、評価したリスクに対して、以下のような対応を行うことにより、作業員の安全を確保する。

- (1) 使用薬品，放射性物質の物性・危険性・有害性に応じて，適切な保護具を選定し，作業リスクに応じて，作業時に装着する等の装備方法を定める。
- (2) 作業環境の線量評価を行い，必要な放射線防護装備を着用する。
- (3) 化学薬品を取り扱う作業時には，必要な吸収剤，中和剤を準備して，作業を実施する。
- (4) 作業前にTBM^{※1}，KY^{※2}を実施することで，作業員全員が存在するリスクの認識とリスクに対して必要な対応策を確認する。

※1 TBM（ツールボックスミーティング）：作業の内容や方法・段取り・問題点について，作業前等に話し合い，指示伝達を行うもの

※2 KY（危険予知）：事故・災害を防ぐため，作業開始前に作業上の危険を予想し，作業従事者同士が確認し合うこと

4. 作業リスクに応じた保護具の装着

作業員は、作業安全管理要領や放射線管理計画書に従い、管理区域内での作業に当たって、作業環境並びに取り扱う化学物質の物性・危険性・有害性に応じて、適切な保護具を保護具を適切に装着することにより、放射性物質・化学薬品の万一の漏えいに備える。

保護具の例



半面マスク



(半面マスクの着用例)



耐薬品性手袋



ケミカルスーツ



防毒マスク

5. 漏えい発生時の作業員の避難

地震により、放射性物質・化学薬品の漏えいが発生した場合、作業員は消防計画、危険物予防規程、管理区域からの緊急避難対応細則等に従い、セーフティマップに示された所定の避難通路から、現場状況に応じた適切なルートを選択して、建屋外に避難する。

避難の際、異常・非常時対策要領に従い、作業員は、現場の状況に応じて、必要な装備を以下のように装着する。

- (1) 放射性物質による内部被ばくを防止するため、放射性物質が漏えいしているおそれがある場合は、直ちに常時携行している半面マスクを装着する。
- (2) 化学薬品の吸引を防止するため、化学薬品が漏えいしているおそれがある場合は、常時携行している半面マスクに、あらかじめ現場に配備している防毒用のフィルタカートリッジを取り付け、装着する。
- (3) 化学薬品による被災を防止するため、化学薬品の漏えいの状況に応じて、あらかじめ現場に配備しているケミカルスーツ等を着装する。

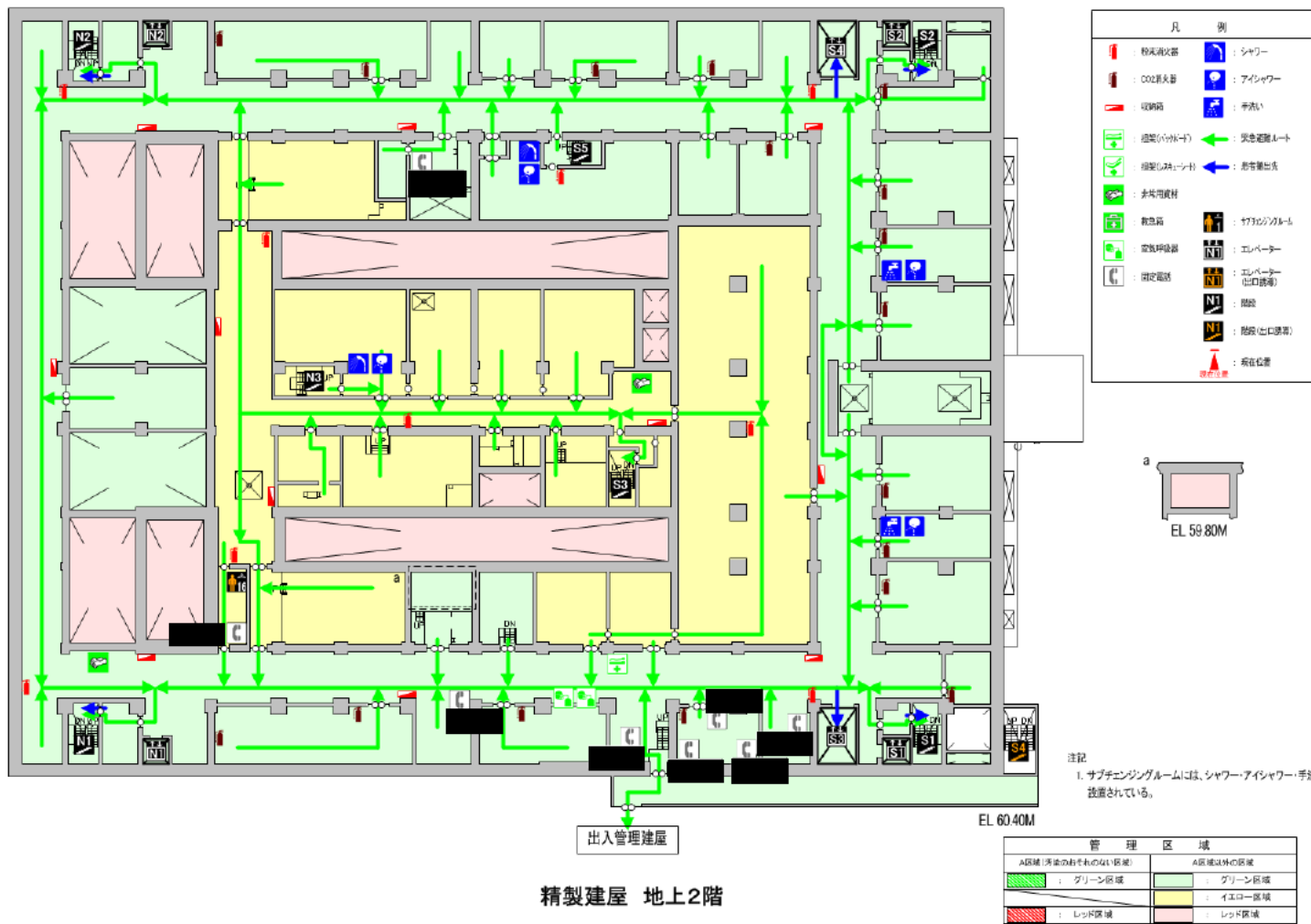
建屋外に避難の後、あらかじめ定められた場所に集合する。

避難の際、放射性物質や化学薬品が付着したおそれがある場合は、核燃料物質使用施設保安管理要領、作業安全管理要領等に基づき、以下の対応を行う。

- (1) 放射性物質が皮膚に付着した場合は、患部の状況を確認し、除染の可否を判断する。
- (2) 放射性物質により汚染した可能性がある場合には、放管員によるサ

ーベイを実施し，必要に応じて除染を実施する。

- (3) 化学薬品が皮膚に付着した場合は，大量の水で洗浄する。
- (4) 軽度の薬傷の場合は，ウエスによる拭き取り，中性洗剤による洗浄の順で除染を実施し，重度の薬傷の場合は，事業所内診療所に搬送し，産業医による診断・処置を実施する。
- (5) 化学薬品が眼に入った場合は，洗眼器で洗眼する。



6. 漏えい発生時の対応に必要な資機材の配備

漏えい発生時の対応に必要な資機材は、あらかじめ配備する。

- (1) 核燃料物質使用施設保安管理要領等に基づき、放射性物質による被災（皮膚への付着，眼への進入等）を想定し，除染用具を配備する。



- (2) 化学薬品による被災を想定し，作業安全管理要領等に基づき，洗眼器・シャワー等を配備するとともに，セーフティマップを作成し，これらの設備の場所を現場に明示する。



7. 漏えい発生時の対応に係る教育訓練

放射性物質・化学薬品の漏えいが発生した際に、確実な対応ができるよう、漏えい時の対応について、保安教育・訓練等により、作業員に周知徹底する。

教育・訓練の内容については、更なる充実を図る。

教育・訓練項目	実施内容	頻度
保安教育	<ul style="list-style-type: none"> ・核燃料物質等の取扱いに関する事 ・非常の場合に採るべき処置に関する事 	入所時 (3年に1回再教育), 1回/年
化学物質取扱教育	<ul style="list-style-type: none"> ・関係法令の周知 ・化学物質の管理組織, 職務 ・化学物質の安全取扱 ・化学物質の保管, 管理 ・取扱物質の SDS (Safety Data Sheet/安全データシート) ・保護具の取扱 ・異常時の措置 	1回/年
漏洩等初動対応訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・漏えい事象の発見, 関係箇所への連絡通報 ・現場対応者による漏えい箇所確認・隔離操作・環境測定 ・現場指揮者(当直長)の指示による現場対応 ・保護具の取扱 ・漏えい液回収・サンプリング ・復旧対応 	1回/年
事象発生時資機材使用訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・資機材の設置場所, 種類, 数量の確認 ・空気呼吸器の使用方法 ・汚染時対応キットの使用方法 	2回/年
消防活動訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・空気呼吸器の使用方法 	1回/年

以上

令和2年4月13日 R4

補足説明資料4-5 (12条)

壁，防水扉，堰等による化学薬品への漏えい経路への対策について

1. はじめに

化学薬品防護対象設備が化学薬品の漏えいの発生により，漏えいした化学薬品に対する止水性がない扉の隙間等を介して広範囲に化学薬品が伝播し，安全機能を損なうおそれがある。

このような化学薬品の漏えい経路に対して流入防止対策を実施することにより，化学薬品防護対象設備が設置される区画への伝播を防ぐなど，化学薬品の漏えいの影響を限定的にすることができ，安全機能を維持することが可能となる。

化学薬品の漏えい経路への流入防止対策は，「第 11 条 溢水による損傷の防止」における溢水経路への流入対策と同様であるが，流入防止対策の化学薬品による化学的な損傷を考慮する必要がある。このため，漏えいした化学薬品に被液する箇所について，耐薬品性を有する部材で構成するか，耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装（別紙 1 参照）又はコーキング（別紙 2 参照）を施すことにより，化学薬品防護設備に直接的に化学薬品が接触しない場合には，流入防止機能が維持できる設計とする。

化学薬品の漏えい経路への流入防止対策の例を 2 項に示すとともに，耐薬品性を有する塗装，コーキングの例を 3 項に示す。なお，ここで塗装とは被液する箇所や流入防止対策を要する箇所全面に施工するものを示し，コーキングとは当該の隙間部といった局所的に施工するものを示す。

また、想定破損による配管からの化学薬品の漏えいを早期に検知することにより、隔離までの時間を短縮することで、漏えい量を低減することが可能となる。この方策として、漏えい検知器を設置する設計とする。

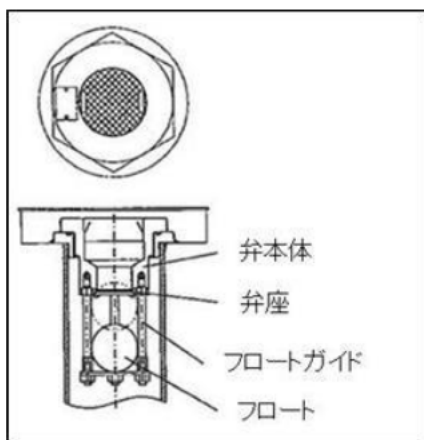
4項に漏えい検知器の設置（例）を示す。

NO_xの伝播に関しては補足説明資料 8-3 にて議論しているが、NO_xには化学薬品として使用されるNO_xの他、化学薬品と化学薬品防護対象設備の構成部材の組合せのうち、硝酸と炭素鋼との反応に伴い生成するNO_xがある（補足説明資料 3-1 参照）。そこで、硝酸と炭素鋼との反応により生成するNO_xの発生量抑制について5項にて示す。

2. 化学薬品の漏えい経路に対する流入防止対策（例）

<p>【壁（実例）】（穴埋め後）</p>  <p>穴埋め部に対して耐薬品性を考慮する。 （モルタル又は耐薬品性の塗装、 シール材の塗布を実施）</p>	<p>【堰（イメージ）】</p>  <p>漏えい化学薬品 流入方向</p> <p>堰</p> <p>堰の構造材としてステンレス鋼を使用又はコンクリートの場合は耐薬品性の塗装を実施</p>
<p>【防水扉（イメージ）】</p>  <p>防水扉の構造材としてステンレス鋼を使用又は炭素鋼の場合は耐薬品性の塗装を実施</p>	

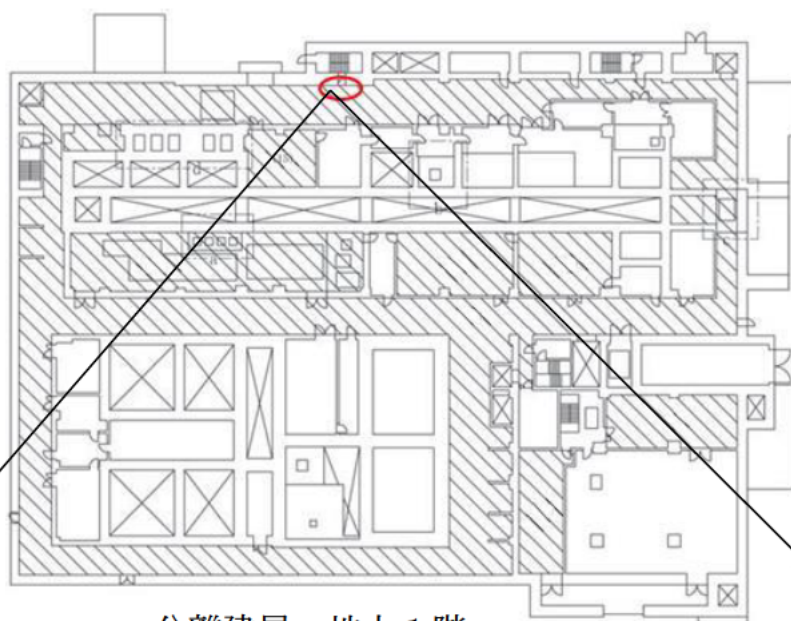
【逆止弁（実例）】（床ファンネルタイプの例）



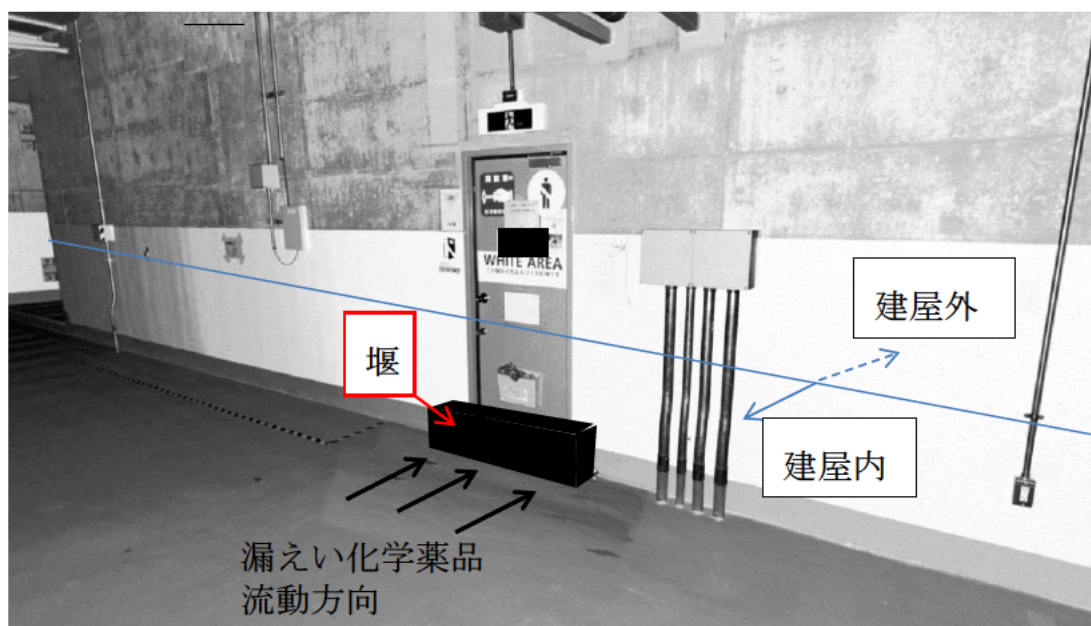
←逆止弁概略図

逆止弁の構造材としてステンレス鋼を使用

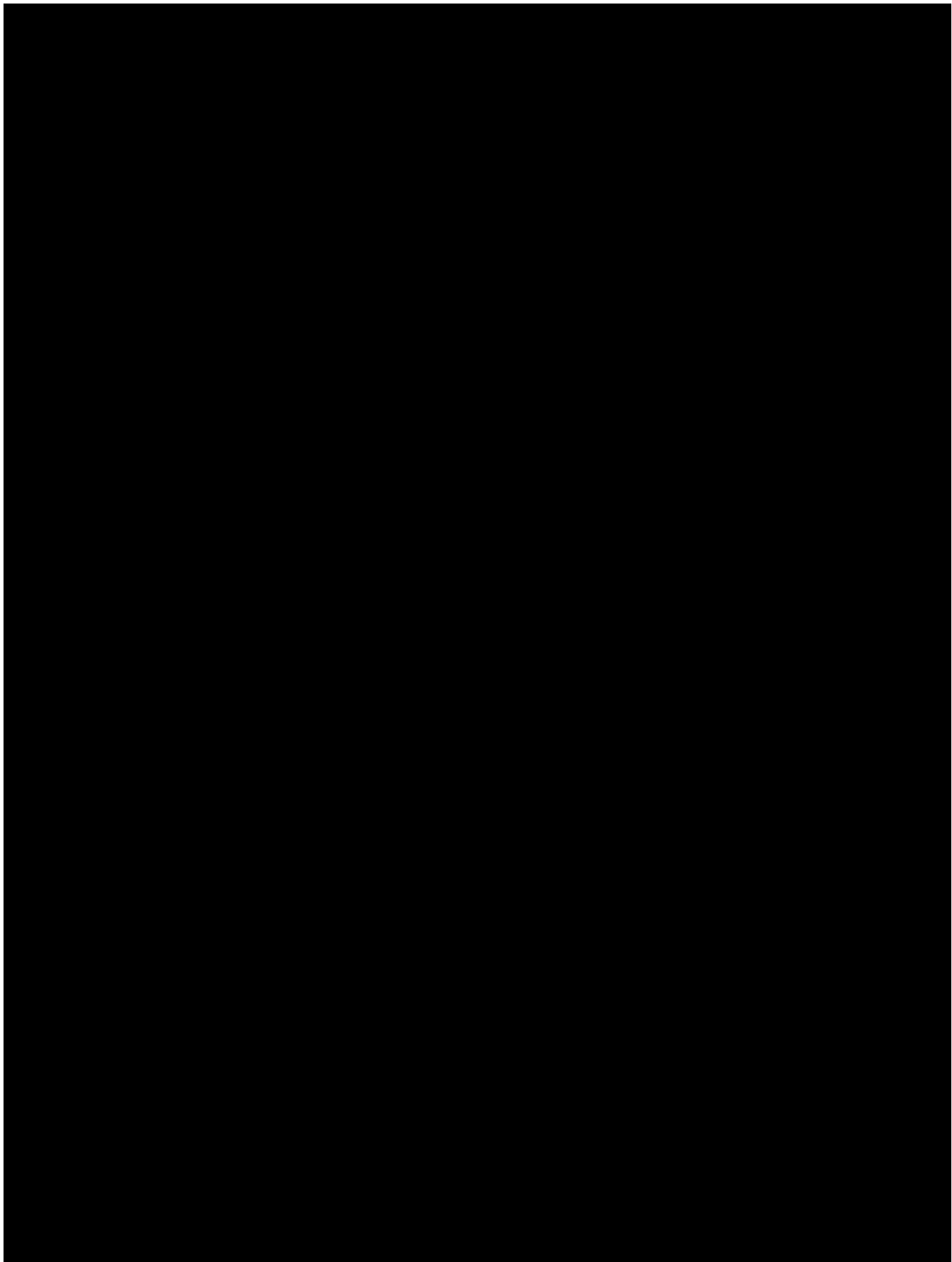
【堰（イメージ）】（建屋外流出防止用）



分離建屋 地上1階



堰の構造材としてステンレス鋼を使用又はコンクリートの場合は耐薬品性の塗装を実施



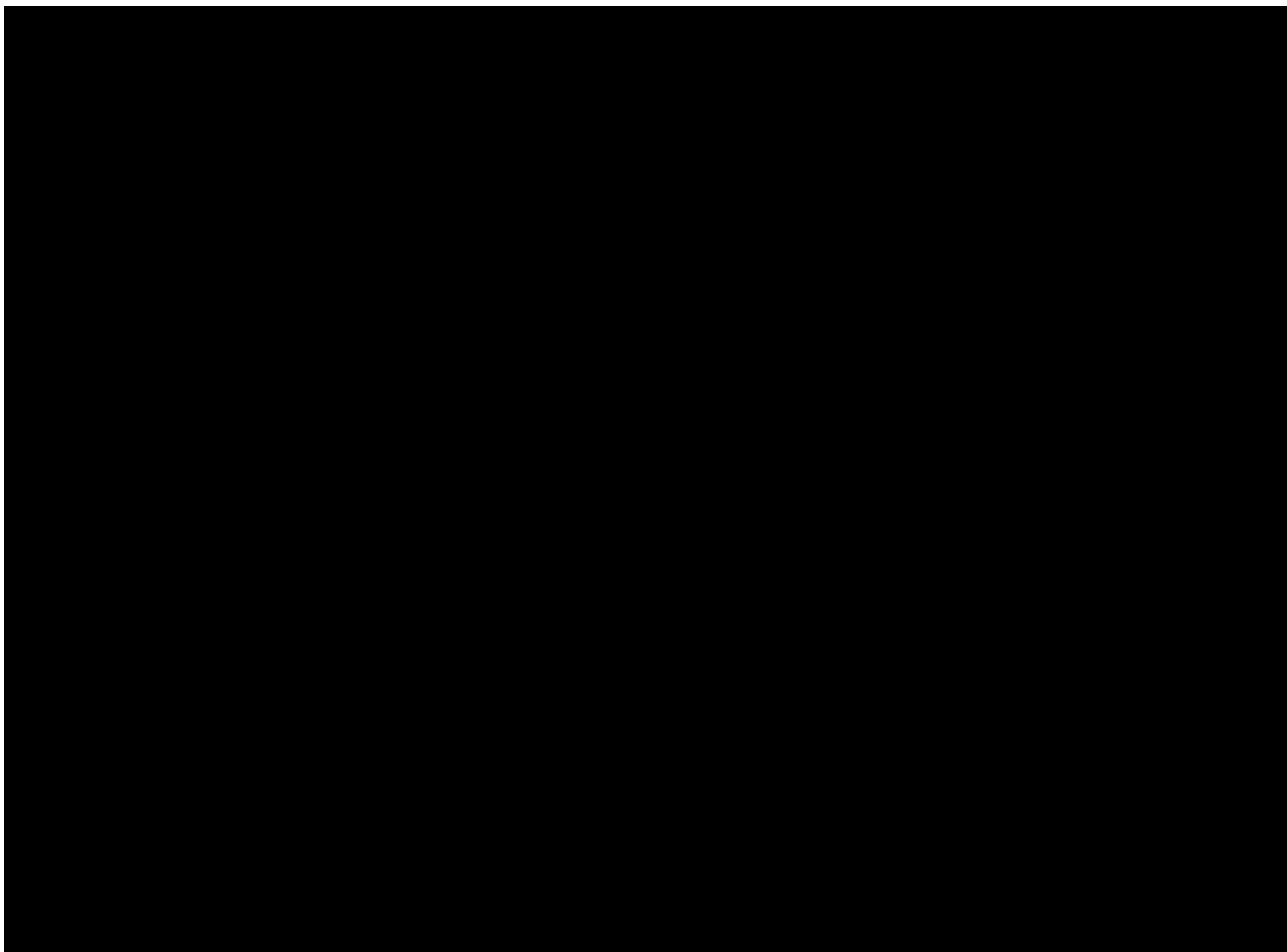
補 4-5-6

3. 耐薬品性の塗装, コーキング (例)

(1) 床 (塗装例)



(2) 堰 (コーキング例)



補 4-5-8

4. 漏えい検知器の設置（例）

再処理施設には、漏えいの早期検知のために漏えい検知器が設置されている。

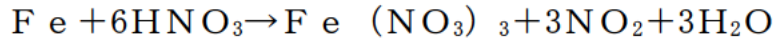
その装置の例を以下に示す。漏えい検知器が流体の漏えいを検知すると、中央制御室に液位高警報が発報することによって、すみやかに運転員が漏えいを検知するものである。



漏えい検知器（実例）

5. 硝酸と炭素鋼との反応により生成するNO_xの発生量抑制

硝酸と炭素鋼は硝酸濃度に応じてさまざまな反応を示すが、濃硝酸の領域では主に以下ようになる。



硝酸と炭素鋼との反応により生成するNO_xの量は、硝酸濃度や接触面積、接触時間によって変化するため、定量的な評価は難しいが、以下の条件において、硝酸が漏えいする際に生成するNO₂の量を算出した。

試験条件	: 保守側
	・漏えいした硝酸全量が炭素鋼と反応
	・建屋内の換気条件（最小換気回数：1回/h）は考慮せず （想定破損時は換気が有効であり、生成したNO _x は建屋換気系を通して拡散・希釈されるため、NO _x が1つの部屋に滞留することはない）
漏えい硝酸の濃度	: 6 mol/L （補足説明資料 3-1 において炭素鋼の腐食速度が最も大きい濃度）
接触した炭素鋼の量	: 10 m ²
腐食速度	: 1.1mm/h （腐食試験により算出した、6 mol/L 硝酸による炭素鋼の腐食速度）
↓	
生成するNO ₂ の量	: 4600 mol/h （1気圧、25℃の理想気体として計算すると約 110 m ³ /h に相当）

上記の試験条件は保守側であるものの、比較的小さな部屋で大量の硝酸が漏えいし、広範囲で炭素鋼に接触した場合は、その部屋のNO_x濃度は無視できない値となり得る。従って、化学薬品防護対象設備の近傍において硝酸と炭素鋼との反応によりNO_xが生成することを抑制するため、硝酸配管の近傍に比較的大きな表面積を持つ炭素鋼製の設備（例：化学薬品防護対象設備でないダクト）がある場合は、その設備に耐薬品性を有するエポキシ樹脂系の塗装を施す措置を講じる。

エポキシ樹脂系塗料の耐薬品性について

化学薬品の漏えい発生時における化学的な損傷の防止対策として、エポキシ樹脂系の塗装を挙げているが、エポキシ樹脂系塗料の耐薬品性について以下にまとめる。

一般に、エポキシ樹脂系塗料は耐薬品性に優れる¹⁾とあるものの、耐酸性や耐アルカリ性といった薬品種別での耐性については言及されていない。

エポキシ樹脂系塗料は、主剤と呼ばれるいわゆるエポキシ樹脂と硬化剤との混合により構成され、予め混合されているものから使用時に混合するもの等、形状もさまざまであり、その組合せにより性質も多岐に渡る。

ここで、主剤と硬化剤を使用時に混合する「2液形エポキシ樹脂塗料」を例にとると、耐薬品性の観点からは、アミン系の硬化剤と酸無水物系の硬化剤に大別され、一般に、前者は高温・高濃度の酸への耐性が低く耐アルカリ性に優れたものが多く、特に硝酸への耐性が低いとされている。しかしながら、アミン系硬化剤でもその種類により耐性は大きく異なり、硝酸によっても腐食がほとんど認められないものもある²⁾。

一方、酸無水物系硬化剤は耐酸性に優れており、硝酸への浸漬によってもほとんど重量変化が認められない結果が得られている²⁾。

これらのことから、すべてのエポキシ樹脂系塗料で耐薬品性を担保できるわけではないものの、その特性を踏まえて適切に使用することにより、化学的な損傷の防止を図ることが可能である。

参考文献：

- 1) 植木憲二 編集委員長「JIS 使い方シリーズ 塗料の選び方・使い方」日本規格協会
- 2) 久保内昌俊，津田健，西山俊明，北條英光，大野茂「酸水溶液中におけるエポキシFRP の化学的劣化とファイバー/マトリックスの分離」第44回熱硬化性樹脂講演討論会 講演要旨集 p33-p36 (1994)

シール材，コーキング材の耐薬品性について

化学薬品の漏えいによる損傷の防止対策として，耐薬品性を有するシール材の塗布又はコーキングを実施するが，これらに要求される耐薬品性について以下にまとめる。

一般に用いられるシール材，コーキング材の種類を表1にまとめる。シール材，コーキング材は目的に応じた材質の使い分けがなされているが，ここでは耐薬品性に優れた材料の選択が要求され，シリコン系及びフッ素ゴム系が候補として挙げられる。

表1 シール材，コーキング材の種類^{1), 2)}

種類	特徴	適用先
シリコン系	耐候性・耐水性・耐熱性に優れる コーキング上への塗装不可	キッチン・ 浴槽周りの補修
変成シリコン系	耐候性・塗装性：良好	建築，外壁，躯体部
ポリウレタン系	塗装性：良好 耐候性：不適	塗装下地処理
アクリル系	硬化して非弾性化 耐候性：不適	塗装・クロス下地処理
ポリサルファイド系	耐候性：良好	目地充填
フッ素ゴム系	耐薬品性・耐熱性・耐油性：優良	配管フランジ接合部 装置内部シール

耐薬品性については，対象となる化学薬品により反応が異なり種別ごとの評価が必要となるため，シリコン系及びフッ素ゴム系それぞれについて調査した。

1. シリコーン系の耐薬品性

シリコーン系は汎用的に用いられるシール材／コーキング材であり、ケイ素と酸素から成るシロキサン結合(-Si-O-Si-)を主骨格にメチル基(CH₃)が配置したシリコーンゴムを主成分とする³⁾。

シリコーンゴムの劣化機構は、配位した有機基の酸化分解とケイ素-酸素結合の解裂が主なものであり、これらは紫外線の長期間照射や 200℃を超える高温環境、又は化学薬品によって引き起こされる⁴⁾。このうち、化学薬品による影響としては、溶剤・油による膨潤・軟化と酸・アルカリによる溶解・溶出に大別され、前者は、分子構造中に溶剤・油が浸入することで分子間を拡張し、分解や溶解を引き起こすものである。シリコーンゴムは、一部の溶剤・油により膨潤するものの、構造を侵されることはほとんどなく、浸入した溶剤・油を取り除くことで元の性状に回復する。一方、酸・アルカリによる劣化は化学反応による分解・解裂を伴うものであり、一度引き起こされると性状が回復することはない³⁾。

各種化学薬品をシリコーンゴムに1週間浸漬させた際、濃硝酸などの強酸では10%程度の重量減が認められ、希硝酸(7%)ではほとんど劣化が確認されないとの報告があり、一方、アルカリについては、20%水酸化ナトリウム液への浸漬でも劣化は認められず、顕著な影響がないことが確認されている³⁾。

2. フッ素ゴム系の耐薬品性

フッ素ゴムは、フッ素含有モノマーを基本とし、他のフッ素含有モノマーを共重合させた高分子集合体であり、基本構造にC-F結合を有することにより合成ゴムの中でも特に優れた耐熱性及び耐油性、耐薬品性を示す。

これらの特性は、重合させるモノマーの種類や架橋構造（加硫剤の種類）により大きく異なり、目的に応じた適切な製品の選択が必要となる⁵⁾。

耐薬品性に関しては、従来、アルカリ環境下でフッ素の脱離による劣化が認められていたものについて、濃硝酸などの強酸に加え、強アルカリに対しても5%以内の重量減に抑えられる製品が開発されている²⁾。

上述のとおり、フッ素ゴム系においては幅広く優れた耐薬品性を有するシール材／コーキング材が確認されているものの、フッ素ゴム系はシリコーン系と比べて耐低温性に劣る⁵⁾ことから、使用環境（温度、使用する化学薬品等）に応じて適切な製品を選択することにより、化学的な損傷の防止を図ることが可能である。

参考文献：

- 1) 「作業の手引きーシーリング材の種類」 シャープ化学工業株式会社
(<https://www.sharpchem.co.jp/companion/?cate=10>)
- 2) 「製品一覧ーエイトシール F-100 シリーズ」 太平化成株式会社
(<http://www.taiheikasei.co.jp/381>)
- 3) 「シリコーンゴムの特性」 信越化学工業株式会社
- 4) 井上凱夫「シリコーンゴムの劣化 耐候, 耐熱, 耐化学薬品性」日本ゴム協会誌 第62巻 第12号 p803-p818 (1989)
- 5) 松田惇也, 鈴木勝雄「資料 フッ素ゴムの現状と課題」日本ゴム協会誌 第63巻 第4号 p195-p203 (1990)

令和元年 11 月 8 日 R0

補足説明資料 4 - 6 (1 2 条)

応力評価に基づくサポート等改造対策の概要について

応力評価に基づくサポート等改造対策の概要については、「第11条 溢水による損傷の防止」における「補足説明資料 3-7 応力評価に基づくサポート等改造対策の概要について」と同じである。

以 上

令和元年 11 月 8 日 R0

補足説明資料 4 - 7 (1 2 条)

耐震 B， C クラス機器の評価について

耐震 B， C クラス機器の評価については，「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「補足説明資料 3-8 耐震 B， C クラス機器の評価について」と同じである。

以 上

補足説明資料 4－8（12 条）

被液防護対策（例）

1. はじめに

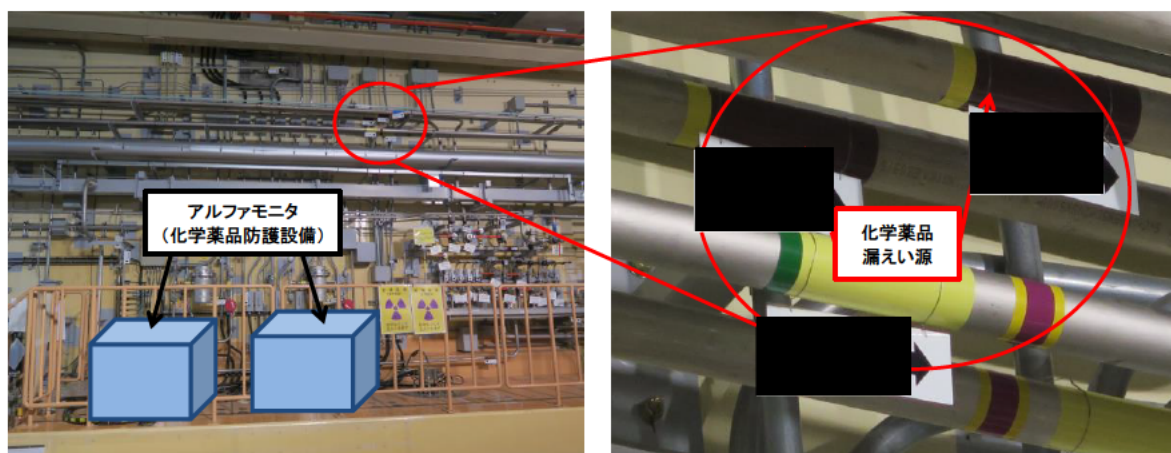
化学薬品防護対象設備が被液により安全機能を損なうおそれがある場合には、次項に示す対策を行うことにより、化学薬品防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。基本的な考え方は「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「補足説明資料 3-11 被水防護対策（例）」と同様であるが、防護対策は耐薬品性を有する部材で構成するか、化学薬品の接液部において耐薬品性を有する塗装やコーキング材の塗布を実施するものとする。

2. 被液防護対策例

（1）薬品防護板の設置

漏えいした化学薬品の被液に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備について、化学薬品の漏えい源との間に薬品防護板（構造材：ステンレス鋼を使用又は炭素鋼の場合は耐薬品性の塗装を実施）を設置することにより防護する。薬品防護板の例（イメージ）を第 1 図に示す。

なお薬品配管の材質は耐薬品性を有する材質である。（ステンレス鋼）

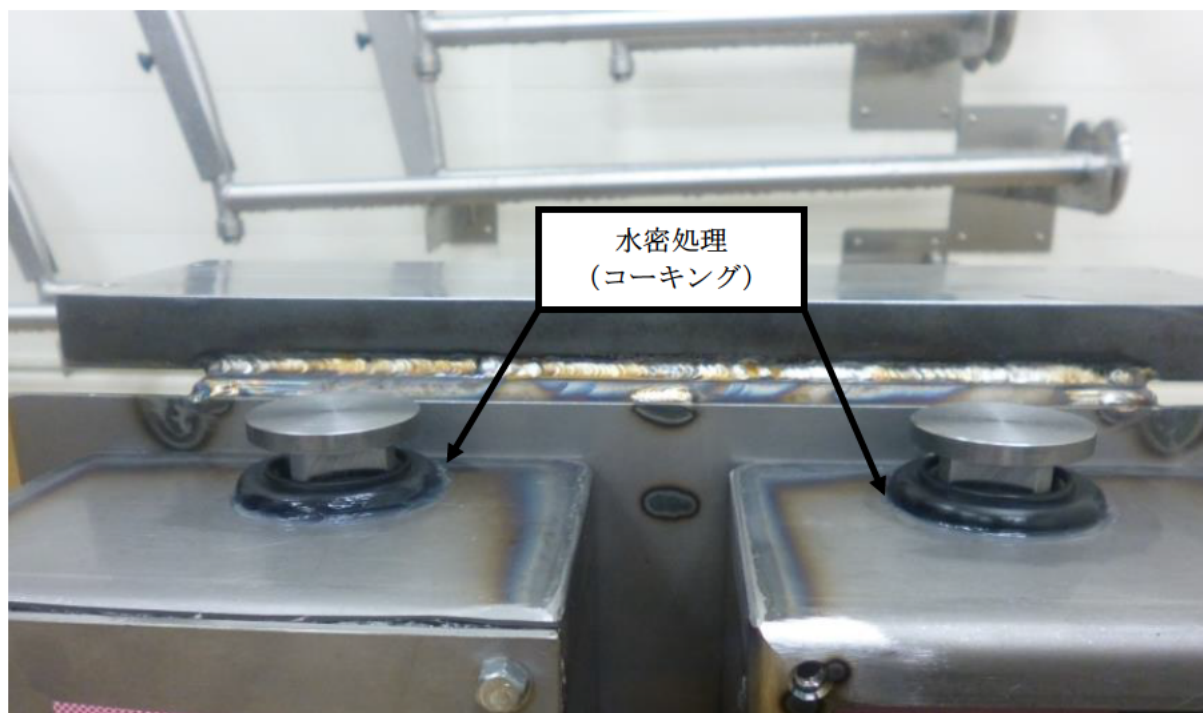


第 1 図 薬品防護板の例（イメージ）

(2) 水密処理

化学薬品に対して耐性を有しない化学薬品防護対象設備について、化学薬品が影響部位に浸入し得る箇所に対して、耐薬品性を有するガスケット追加、コーキング等の水密処理を実施することにより防護する。

水密処理の例（イメージ）を第2図に示す。

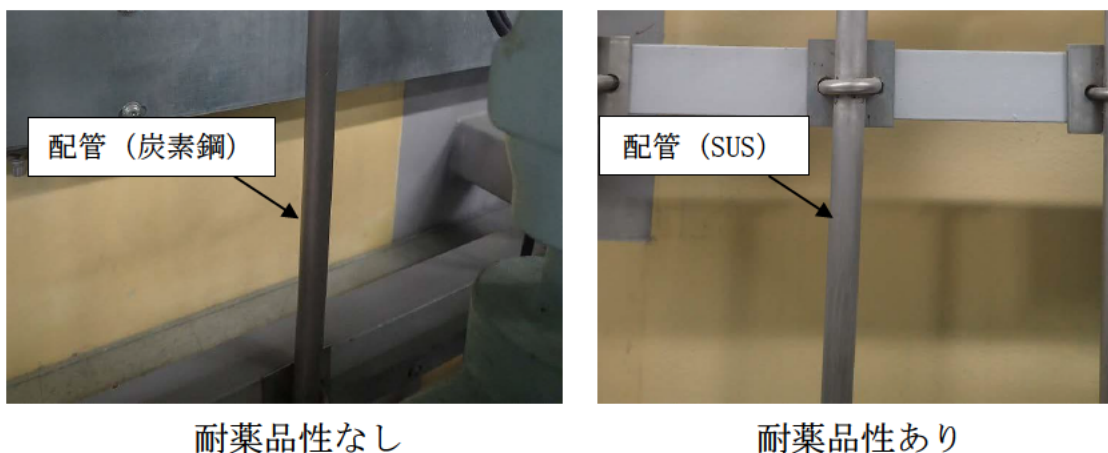


第2図 水密処理の例（イメージ）

(3) 耐薬品性を有する機器への取替

耐薬品性を有しない部材で構成される化学薬品防護対象設備を、耐薬品性を有する設備へ取替えを実施することにより防護する。

取替えの例（イメージ）を第3図に示す。



第3図 耐薬品性を有する機器への取替え例（イメージ）

3. 被液防護対策仕様

	耐薬品性	水密性	耐震性	備考
薬品防護板	○	○	○	基準地震動に耐える耐震性
水密処理	○	○	○	化学薬品防護対象設備の耐震性による。
取替	○	—	○	同上

4. 耐水試験の例

上記で挙げた薬品防護板及び水密処理は、実機を模擬した試験体を用い、水を化学薬品とみなした耐水試験により化学薬品防護対象設備への影響がないことを確認している。

耐水試験の例として、第4図に薬品防護板の試験風景を示す。



第4図 耐水試験の例（薬品防護板）

以上

令和2年4月13日 R5

補足説明資料4-11 (12条)

漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定の詳細

目 次

1. 漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定の基本方針
2. 化学薬品の漏えいによる損傷
3. 再処理施設において用いられる化学薬品の抽出
 3. 1 再処理施設の事業所内に保有する化学薬品
 3. 2 再処理プロセスで使用される化学薬品の抽出
4. 化学薬品の分類
 4. 1 化学薬品の物質の三態による分類
 4. 2 液体の化学薬品の分類
 4. 2. 1 化学薬品の溶媒による分類
 4. 2. 2 水溶液の液性による分類
 4. 2. 3 非水溶液の液性による分類
 4. 3 気体の化学薬品の分類
 4. 4 腐食及び劣化の影響を与えない化学薬品の除外
5. 化学薬品の漏えいによる損傷を検討する構成部材の抽出
6. 構成部材の分類

7. 化学薬品防護対象設備に影響を与える化学薬品の評価

7. 1 硝酸溶液による影響評価

7. 1. 1 炭素鋼への影響評価

7. 1. 2 PVCへの影響評価

7. 2 アルカリ性水溶液による影響評価

7. 2. 1 炭素鋼への影響評価

7. 2. 2 PVCへの影響評価

7. 3 有機溶媒による影響評価

7. 3. 1 炭素鋼への影響評価

7. 3. 2 PVCへの影響評価

7. 4 NO_xガスによる影響評価

7. 4. 1 炭素鋼への影響評価

7. 4. 2 PVCへの影響評価

8. 検討する化学薬品のまとめ

9. 参考文献

別紙1 0.2 mol/L未満の硝酸溶液の除外について

別紙2 各種金属材料の組成（代表例）

別紙3-1 炭素鋼の硝酸腐食試験

別紙3-2 炭素鋼塗装配管の耐薬品性確認試験

別紙3-3 ケーブルシースの耐薬品性確認試験

別紙3-4 炭素鋼のNO_xガス腐食試験

別紙3-5 電子部品のNO_xガス腐食試験

別紙4 再処理施設の各工程で使用する化学薬品の例

1. 漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定の基本方針

再処理施設においては多種多様な化学薬品が用いられている。これらの化学薬品に関し、事業指定基準規則第12条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止の観点から、以下の方針に従い漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定を実施した。

(1) 再処理施設において用いられる化学薬品の抽出

再処理施設の事業所内に存在する全ての化学薬品を抽出する。

- ① 事業所内の化学薬品の抽出
- ② 抽出した化学薬品のうち、取扱量の少ない化学薬品の除外

(2) 化学薬品の分類

(1)で抽出した化学薬品について、影響評価を行う対象を分類する。

- ① 化学薬品の物質の三態による分類
- ② 化学薬品の性質による分類
- ③ 明らかに腐食及び劣化の影響を与えない化学薬品の除外

(3) 防護対象設備の選定及び構成部材の抽出

漏えいの影響を評価する防護対象設備を選定し、それらを構成する構成部材を抽出する。

- ① 施設の安全機能を有する施設のうち、安重施設の抽出
- ② 安重施設において用いられる構成部材の抽出

(4) 構成部材の分類

(3)で抽出した構成部材について、影響評価を行う対象を分類する。

① 構成部材の分類

② 明らかに化学薬品の漏えいによる影響を受けない構成部材の除外

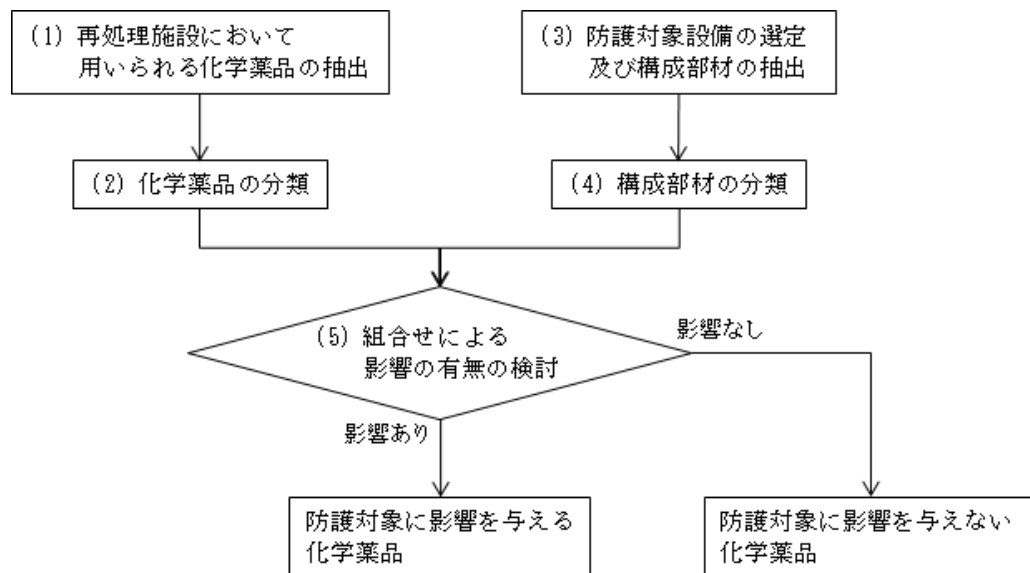
(5) 組合せによる影響の有無の検討

(2)で抽出・分類した化学薬品と(4)で抽出・分類した構成部材の組合せから漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品を選定する。

① 化学薬品と構成部材の組合せの選定

② 選定した化学薬品に対する構成部材への影響評価

(1)～(5)の選定方法を第1-1図の選定フローに示す。



第1-1図 漏えいによる損傷の防止を検討する化学薬品の選定フロー

なお，第12条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止では化学的損傷による影響を評価するが，液体の化学薬品における液体としての性質は，「第11条 溢水による損傷の防止」において評価する。

2. 化学薬品の漏えいによる損傷

再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈では，化学薬品による損傷について「化学薬品の漏えいに対し（中略），安全機能を有する施設の構成部材が腐食すること等による安全機能の喪失を防止すること等をいう。」とされている。本項目では，化学薬品による損傷を定義することを目的とする。

化学薬品による損傷については，解釈に記載されている腐食の他に劣化が考えられる。ただし，一般的に腐食や劣化というと，製品のライフサイクルに対する影響を論じる場合がほとんどであり，長期的な影響である場合が多い。

この条文の中では，化学薬品の漏えいの発生により，設備が漏えいした化学薬品に曝露されることとなるが，その状態が解消されるまでの間，すなわち，化学薬品の中和処理や回収がなされるまでの期間における設備の損傷について検討するものである。そのため，ここで取り上げるべき腐食や劣化は一般に論じられるものとはその進行速度が異なる。例えば，一般的な腐食はその進行速度をmm/yの単位で表すが，ここではそのような腐食は問題とせず，mm/hのような，いわゆる溶解に近いものを安全機能の喪失に影響を与えるものとする。ただし，安全機能を構成する機器には電気盤や電子部品を有する機器のように集積回路を配置した精密機器があり，機械的強度を必要としない材料厚みのため，配管，容器等の機器では機能喪失に影響を与えない腐食速度でも有意な影響を与える可能性がある。このため，これらの機器に対しては，一般的な腐食も安全機能の喪失に影響を与えるものとする。

また，劣化についても長期的な脆化などは問題とせず，短期間でのひ

び割れの発生や、液の浸透を伴う膨潤を安全機能の喪失に影響を与えるものとする。

ここで、漏えいした化学薬品に設備が曝露される期間を以下の考え方により7日間と設定する。

- ・規則の中でも、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において安全上重要な施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量として、非常用発電機が7日間の連続運転をできる量としている。また、基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの中でも外部の支援を期待しない約7日間を算定根拠として採用しており、本項でも7日間化学薬品に曝露されても、安全機能が喪失しないことを指標とする。

なお、これまでに六ヶ所再処理施設内で化学薬品の漏えいが発生した場合の実績として、翌日までに最大600 Lの化学薬品の漏えいの中和・回収がなされている。

3. 再処理施設において用いられる化学薬品の抽出

3. 1 再処理施設の事業所内に保有する化学薬品

再処理施設の事業所内で使用・保管されている化学薬品について、再処理プロセスや再処理施設の運転管理等で使用される化学物質の購入量・使用量の管理等に用いている化学物質管理システムにより抽出した。これらの化学薬品は、事業所内の各所に約2,100種類保管している。

3. 2 再処理プロセスで使用される化学薬品の抽出

3. 1で抽出した化学薬品は、再処理プロセスで使用されるものと、再処理施設の運転管理等に使用するものとに大別される。

このうち、前者については再処理施設の安全上重要な施設において使用する化学薬品として、第3.2表のとおり抽出した。これらの化学薬品は、常設の配管・貯槽に保管されているものであり、再処理施設全体で多量に取り扱う。

第3.2表 再処理プロセスで使用される化学薬品

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)
T B P	溶解液からのU, P uの抽出	分離建屋, 精製建屋 (保管：試薬建屋)
n -ドデカン	T B Pの希釈	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	分離建屋, 精製建屋 (保管：試薬建屋)
硝酸ヒドロキシルアミン (HAN)	P uの還元	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	ガラス溶融炉供給液の成分調整	高レベル廃液ガラス固化建屋
炭酸ナトリウム	有機溶媒の洗浄	分離建屋，精製建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 (保管：試薬建屋)
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	ガラス溶融炉の洗浄運転	高レベル廃液ガラス固化建屋
調整液	ガラス溶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	前処理建屋， 分離建屋
硝酸ウラニル	溶解液からのU抽出 U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P u抽出 P u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	P uの還元	分離建屋，精製建屋
放射性廃液	U，P u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 _x ガス	溶解液のよう素の追い出し P u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 _x 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)	ガラス溶融炉の熱上げ及び 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

一方、再処理施設の運転管理等に使用するものは、分析作業及び点検等の非定常作業で使用するもので多種多様であるが、以下の対策を講じている。

- ・ 常時保管する分析用試薬については、消防法，労働安全衛生法，毒物及び劇物取締法といった化学薬品に関する法令要求に準じて，管理区分・種別に応じた管理保管を行っており，容易に漏えい・混合しない対応としていること(第3.2図参照)
- ・ 分析用試薬の保管容器は，大きいもので20 Lのポリタンクがあるが，分析作業用の少量容器に小分けして使用することから，1回あたりの取扱量が少なく，漏えい時の影響が小さいこと
- ・ 直接取り扱うことから，漏えい発生時にも速やかに対処が可能であること

なお，分析用試薬の保管場所は，防護対象からの離隔距離を確保するとともに，保管容器若しくは薬品の保管部屋に防液堤を設置することにより漏えいが発生した場合においても拡大を防止する措置を講じている。

以上の理由により，常時保管する分析用試薬については検討すべき化学薬品として選定しない。



第3.2図 分析用試薬の保管状況

4. 化学薬品の分類

4. 1 化学薬品の物質の三態による分類

再処理のプロセスは、主に常設の配管・貯槽において、使用済燃料を硝酸で溶解した溶解液に対し、液体あるいは気体の化学薬品との化学反応及び濃縮・蒸発等の物理反応を経て、製品と廃棄物を得る一連の工程である。このため、常設の配管・貯槽で使用・保管する化学薬品において、物質の三態（液体、気体、固体）に分類した。

液体の化学薬品は、再処理プロセスにおいて、プロセス液や廃液等と化学反応を起こすものや、溶媒として用いるものがあり、再処理において化学薬品と呼ばれる物質の大部分を占める。

気体の化学薬品は、酸化剤としてのNO_xガス、各反応器において使用される窒素ガス、酸素ガス、水素ガスが存在する。なお、液体の化学薬品から発生する揮発成分（蒸気を含む。）は、当該の液体の化学薬品との直接接触による影響と比べて小さくなることから、揮発成分による影響は液体の化学物質に包含する。

固体の化学薬品は、漏えいが発生した場合においても、漏えい発生箇所からの伝播が少なく、影響の範囲は限定される。

化学薬品の物質の三態による分類結果を第4.1表に示す。

第4.1表 化学薬品の物質の三態による分類結果

分類前の化学薬品	常設の配管・貯槽で使用・保管する化学薬品 (3.2参照)		
分類形態	化学薬品の物質の三態による分類		
	液体	気体	固体
分類後の化学薬品	<ul style="list-style-type: none"> ・硝酸 ・水酸化ナトリウム ・TBP ・n-ドデカン ・硝酸ヒドラジン ・硝酸ヒドロキシルアミン ・硝酸ガドリニウム ・硝酸ナトリウム ・炭酸ナトリウム ・亜硝酸ナトリウム ・模擬廃液 ・調整液 ・溶解液 ・硝酸ウラニル ・硝酸プルトニウム ・硝酸ウラナス ・放射性廃液 ・重油 	<ul style="list-style-type: none"> ・NO_xガス ・水素ガス ・窒素ガス ・酸素ガス 	<ul style="list-style-type: none"> ・模擬ガラスビーズ ・放射性廃棄物
本項以降の分類	(4.2参照)	(4.3参照)	—

4. 2 液体の化学薬品の分類

4. 2. 1 化学薬品の溶媒による分類

4.1で選定した、常設の配管・貯槽で使用する液体の化学薬品において、溶媒が水の場合（水溶液）と、溶媒が水以外の場合（非水溶液）に分類した。

化学薬品の溶媒による分類結果を第4.2.1表に示す。

第4.2.1表 化学薬品の溶媒による分類結果

分類前の化学薬品	常設の配管・貯槽で使用・保管する液体の化学薬品 (4.1参照)	
分類形態	化学薬品の溶媒による分類	
	水溶液	非水溶液
分類後の化学薬品	<ul style="list-style-type: none">・硝酸溶液*・水酸化ナトリウム・硝酸ナトリウム・炭酸ナトリウム・亜硝酸ナトリウム	<ul style="list-style-type: none">・TBP・n-ドデカン・重油
本項以降の分類	(4.2.2参照)	(4.2.3参照)

* 硝酸溶液は、硝酸、硝酸ヒドラジン、硝酸ヒドロキシルアミン、硝酸ガドリニウム、模擬廃液、調整液、溶解液、硝酸ウラニル、硝酸プルトニウム、硝酸ウラナス等の再処理プロセスで使用される硝酸系の化学薬品の総称として用いる。

4. 2. 2 水溶液の液性による分類

水溶液は、その液性により酸性、中性及びアルカリ性に分類され、第4.2.1表にて水溶液として挙げられた化学薬品の分類結果を第4.2.2表に示す。

第4.2.2表 水溶液の化学薬品の液性による分類結果

分類前の化学薬品	水溶液の化学薬品 (4.2.1参照)		
	化学薬品の液性による分類		
分類形態	酸性	中性	アルカリ性
分類後の化学薬品	・硝酸溶液	・硝酸 ナトリウム	・水酸化ナトリウム ・炭酸ナトリウム ・亜硝酸ナトリウム

4. 2. 3 非水溶液の液性による分類

非水溶液の化学薬品として、T B P、n-ドデカン、燃料油がある。

再処理施設では燃料油としてLSA重油を用いているが、これは汎用的に広く用いられている物質であり、安全データシート(以下「SDS」という。) ¹⁾を参照しても、避けるべき材料として特に注意喚起は無い。

一方、再処理施設では、再処理プロセスにおける有機溶媒としてT B Pとn-ドデカンを混合し、大量に使用している。これらのSDSによると、T B Pについては「アクリル樹脂などのプラスチック、ゴム、被膜剤を侵す。」と示されており ²⁾、又、n-ドデカンは再処理プロセスではほとんどがT B Pと混合して使用されることから、これらを合わせて上記の燃料油とは別に評価することとした。

非水溶液の化学薬品の液性による分類結果を第4.2.3表に示す。

第4.2.3表 非水溶液の化学薬品の液性による分類結果

分類前の化学薬品	非水溶液の化学薬品 (4.2.1参照)	
分類形態	非水溶液の化学薬品の反応性による分類	
	有機溶媒	その他
分類後の化学薬品	<ul style="list-style-type: none"> ・ T B P ・ n - ドデカン 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料油

4.3 気体の化学薬品の分類

4.1で選定した、常設の配管・貯槽で使用する気体の化学薬品において、化学薬品防護対象への腐食又は劣化による化学的損傷を考慮するため、腐食性の気体と非腐食性の気体に分類した。

再処理施設で使用する気体のうち、NO_xガスは腐食性の気体に分類され、酸素ガス、窒素ガス、水素ガスは腐食性を示さない気体に分類され、結果を第4.3表に示す。

第4.3表 気体の化学薬品の腐食性による分類結果

分類前の化学薬品	常設の配管・貯槽で使用・保管する気体の化学薬品 (4.1参照)	
分類形態	化学薬品の腐食性による分類	
	腐食性	非腐食性
分類後の化学薬品	<ul style="list-style-type: none"> ・ NO_xガス 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水素ガス ・ 窒素ガス ・ 酸素ガス

4. 4 腐食及び劣化の影響を与えない化学薬品の除外

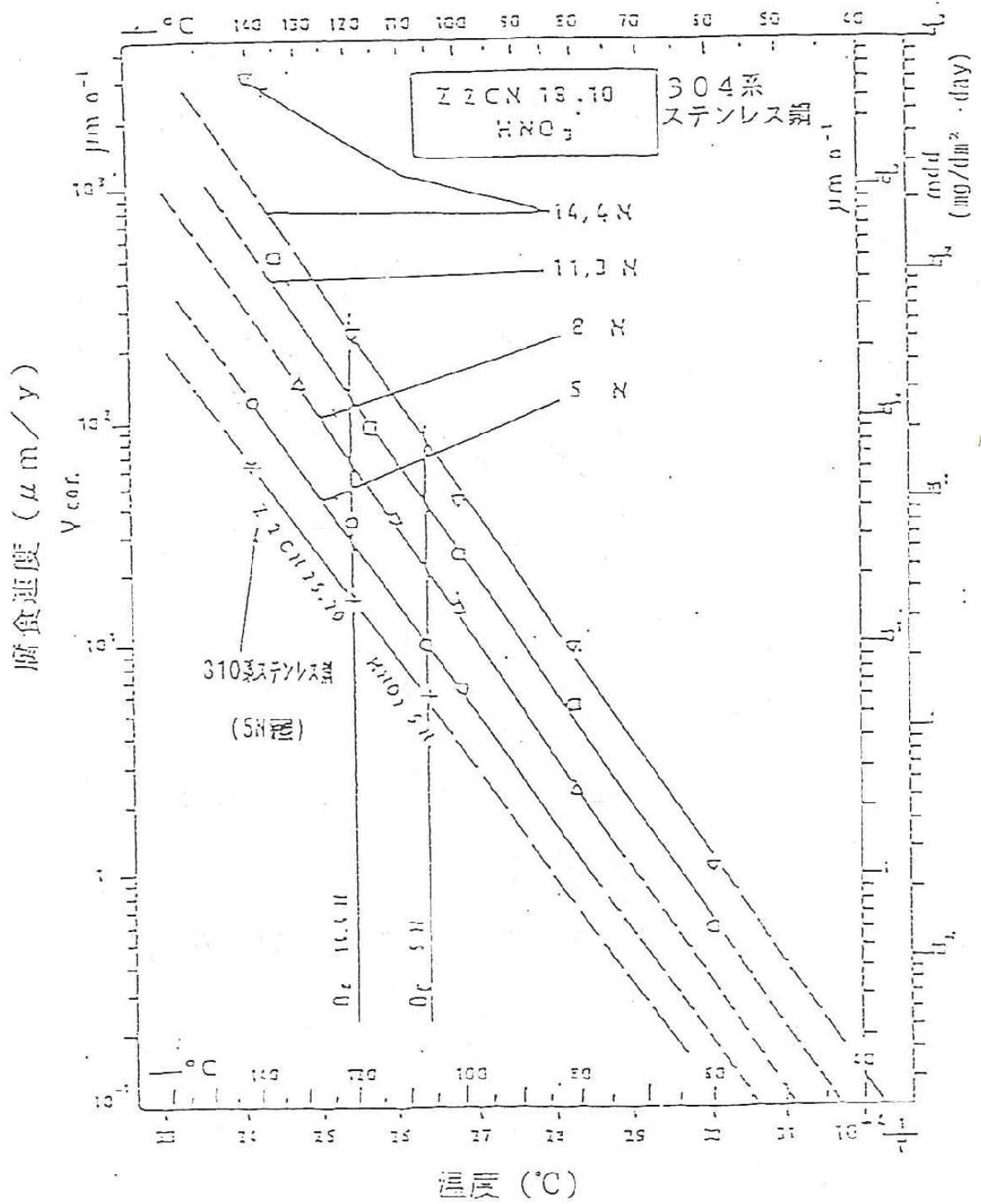
4.1～4.3にて分類した化学薬品について、分類ごとの性質から化学薬品防護対象設備への影響の有無を検討し、以下の分類については明らかに損傷を与えないものとして除外する。

(1) 固体の化学薬品

腐食は、水が介在する「湿食」と、水が介在しない「乾食」に大別され、固体の化学薬品は後者に属する。一般に、乾食は大気中で生じる反応であり、又、室温ではその反応速度は湿食と比べると著しく遅いことから³⁾、ここでは損傷を与えないものとして扱う。

(2) 0.2 mol/L未満の硝酸溶液

硝酸溶液は、後述する材料選定フローにおいて、0.2 mol/L以上の硝酸を内包する系統には、耐食性を有する材料を適用することと定められている。これは第2回設工認申請の100℃における硝酸中のステンレス鋼の腐食速度が硝酸濃度0.2 mol/Lで約0.01 mm/yと十分に小さくなること（第4.4図参照）と、これを踏まえた文献調査及び試験の結果から設定したものである（別紙1参照）。これより、0.2 mol/L未満の硝酸溶液については、損傷を与えないものとする。また、本書においては、以降0.2 mol/L以上の硝酸を含む溶液を「硝酸溶液」と定義し、0.2 mol/L未満のものは損傷を与えないものとして扱う。



第4.4図 304系ステンレス鋼の腐食評価線図

(3) 中性水溶液の化学薬品

中性水溶液中においても腐食は発生するが、中性環境下の腐食は溶液中に溶け込んだ酸素（溶存酸素）が寄与する反応であり、酸素の拡散速度に律速されるため、その速度は酸性の溶液と比較して遅い⁴⁾。このため、化学薬品防護対象設備の機能喪失には至らないことから、損傷を与えないものとして扱う。

(4) その他の非水溶性の化学薬品

4.2.3に示したとおり、その他の非水溶性の化学薬品である燃料油は接触を避けるべき物質としての注意喚起が挙げられていない。このため、化学薬品防護対象設備の機能喪失に至るような損傷を与えないものとして扱う。

(5) 非腐食性の気体の化学薬品

4.3に示したとおり、気体の化学薬品は腐食性の有無により分類しており、NO_xガスを除く水素ガス、窒素ガス、酸素ガスは腐食性を有さない。このうち、水素については感受性を有する材料に曝されることで水素脆化を引き起こすことが知られているが、水素脆化は材料内部への水素の侵入により引き起こされるものがほとんどであるため、長期的な環境因子によることが多い⁴⁾。

これらより、非腐食性に分類した水素ガス、窒素ガス、酸素ガスは化学薬品防護対象設備の機能喪失に至るような損傷を与えないものとして扱う。

5. 化学薬品の漏えいによる損傷を評価する構成部材の抽出

再処理施設における安重施設の主な構成部材を第5表に示す。

第5表 安重設備で使用されている主な構成部材

材質		安重設備での使用例
金属	炭素鋼	化学薬品以外の貯槽，配管，フィルタ類，ダクト，回転機器 等
	ステンレス鋼	化学薬品を含む塔槽類，配管 等
	ジルコニウム	溶解槽
	ハステロイ	焙焼炉，還元炉
	アルミニウム	粉末缶，計装機器カバー
コンクリート		躯体
プラスチック	PVC	ケーブル被覆 等
	ポリエチレン	遮へい扉，遮へいスラブ 等
ガラス	ほうけい酸ガラス	遮へい窓
	ガラス繊維	フィルタろ材

また，安全機能を構成する機器として，電気盤や電子部品を有する機器が挙げられる。これは，基板に集積回路を配置した精密機器であり機械的強度を必要としない材料厚みのため，配管，容器等の機器では問題とならない腐食速度でも影響を与える可能性があるため，上記の部材と併せて化学薬品の漏えいによる機能の喪失について検討する。

6. 構成部材の分類

(1) 金属材料

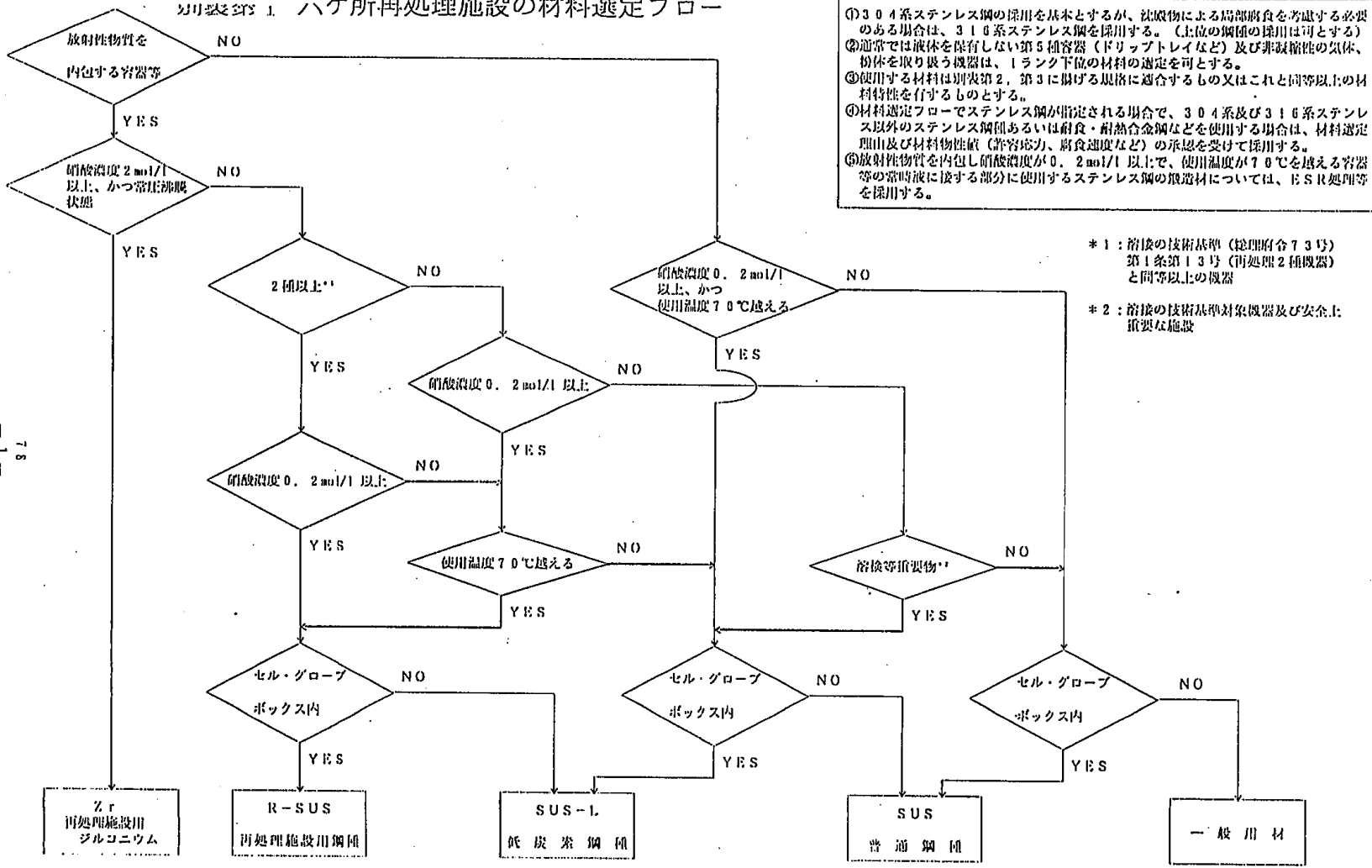
第5表に抽出した構成部材のうち、金属材料について耐食材料と一般用材に分類した。このうち、ステンレス鋼及びジルコニウムは、第7回設工認申請における材料選定フロー（第6図参照）に従い、耐食材料に分類される。

ステンレス鋼は、成分に含むC rが材料表面に酸化皮膜を形成し、これが優れた耐食性を示すことが知られており、ジルコニウムはその酸化物が皮膜となり耐食性を示すとされている⁴⁾。

このことから、ステンレス鋼及びジルコニウムは、化学薬品の漏えいにより損傷を受ける構成部材から除外する。

ハステロイは、ウラン・プルトニウム混合脱硝施設の焙焼炉、還元炉に用いられているが、ステンレス鋼と同様にC rを含む耐食性に優れた材料である³⁾ことから、化学薬品の漏えいによる損傷を受ける構成部材から除外する。

別添表第 1. 六ヶ所再処理施設の材料選定フロー



① 304系ステンレス鋼の採用を基本とするが、沈殿物による局部腐食を考慮する必要のある場合は、316系ステンレス鋼を採用する。(上位の鋼種の採用は可とする)
 ② 通常では液体を保有しない第5種容器(ドリフトレイなど)及び非放射性の気体、物体を取り扱う機器は、1ランク下位の材料の選定を可とする。
 ③ 使用する材料は別添表第2、第3に掲げる規格に適合するもの又はこれと同等以上の材料特性を有するものとする。
 ④ 材料選定フローでステンレス鋼が指定される場合で、304系及び316系ステンレス以外のステンレス鋼種あるいは耐食・耐熱合金鋼などを使用する場合は、材料選定理由及び材料物性値(許容応力、腐食速度など)の承認を受けて採用する。
 ⑤ 放射性物質を内包し硝酸濃度が0.2 mol/l以上で、使用温度が70℃を越える容器等の常時液に接する部分に使用するステンレス鋼の選定材については、E/S R処理等を採用する。

*1: 溶接の技術基準(総理府令73号)第1条第13号(再処理2種機器)と同等以上の機器
 *2: 溶接の技術基準対象機器及び安全上重要な施設

第6図 材料選定フロー

補 4-11-20

(2) コンクリート

コンクリートは、砂、砂利などの骨材を、セメント水和物で結合させた硬化物である。セメント水和物の主成分は水酸化カルシウム、ケイ酸カルシウム水和物などの塩基性塩であり、酸に反応して化学的に影響を受ける。しかしながら、硝酸が接触した場合は表面に劣化生成物の層を形成し、静的な環境下では、これが保護膜のはたらきをして腐食の進展を抑制する⁵⁾。

再処理施設のコンクリートは要求される遮へい機能に応じた十分な厚さがあることから、安全機能として求められる閉じ込めや遮へい機能が化学薬品の漏えい発生からその処理期間までにおいて喪失されることは考え難い。なお、化学薬品を取り扱う区域に対しては、エポキシ樹脂を代表とする耐薬品性を有する塗装が施されている。このため、化学薬品の漏えいによる損傷を受ける構成部材から除外する。

(3) ガラス

ガラスは、ホウ素、ケイ素を主成分とし、各種化学薬品の保管容器として用いられている。ガラスはフッ化水素酸により侵されることが知られているが、再処理プロセスにおいてフッ化水素酸は使用しない。また、高温の水酸化ナトリウムにおいても腐食するが、その腐食速度は75℃でも約2mm/yであり⁶⁾、化学薬品の漏えいによる損傷を考慮する程度のものではない。このため、化学薬品の漏えいによる損傷を受ける構成部材から除外する。

上記に記載のない金属の一般用材である炭素鋼及びアルミニウム、プラスチックについては、特に耐薬品性を有しているという根拠が無いため、化学薬品の漏えいにより損傷を受ける構成部材とする。

7. 化学薬品防護設備に影響を与える化学薬品の評価

2項から4項で分類・選定した化学薬品と、5項から6項で選定した損傷を受ける構成部材から、化学薬品の漏えいによる損傷の防止において評価する化学薬品を検討した。

評価する化学薬品としては腐食及び劣化を引き起こす可能性のある4分類のものとし、酸性水溶液、アルカリ性水溶液、有機溶媒及び腐食性ガスを選定する。構成部材としては金属の一般用材及びプラスチックを選定する。

ここで、金属の一般用材は、防護対象設備に用いられる構成部材のうち、一般用材としては大部分を占める炭素鋼で代表する。

また、プラスチックについては、代表的に検討するものとして以下のとおり選定した。

- ①防護対象となる設備において、再処理施設内で最も化学薬品と接液する可能性を有する露出面積の大きいものはケーブルである。
- ②ケーブルの被覆（シース）材料は、ポリ塩化ビニル（以下「PVC」という。）とポリエチレンに大別される。
- ③公開されているPVCとポリエチレンの耐薬品性⁷⁾を比較すると、全体としてはPVCが劣る。

以上より、防護対象の構成部材として最も幅広く用いられているプラスチックであり、耐薬品性に劣るPVCを、検討するプラスチック材料として代表する。

評価の組合せを、評価を記載する項番号とともに第7表に示す。

第7表 影響を評価する化学薬品と構成部材の組合せ

	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 水溶液)	有機溶媒 (T B P, n ードデカン)	腐食性ガス (NO _x ガス)
金属 (炭素鋼)	7. 1. 1	7. 2. 1	7. 3. 1	7. 4. 1
プラスチック (PVC)	7. 1. 2	7. 2. 2	7. 3. 2	7. 4. 2

ここで、電子部品を有する機器への影響評価はNO_xガスのみを対象としているが、これは、電子部品を有する機器は「第11条 溢水による損傷の防止」において、没水又は被水により損傷することとしており、化学薬品として損傷を考慮する必要があるのは、気体の化学薬品のみとなるためである。

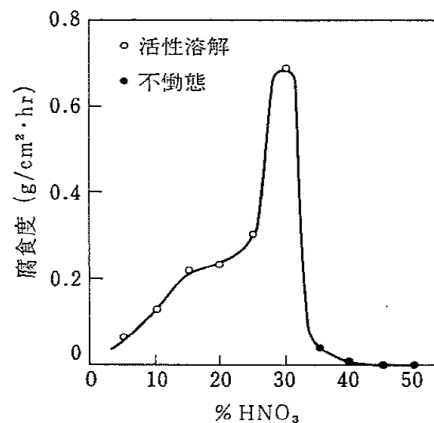
7. 1 硝酸溶液による影響評価

7. 1. 1 炭素鋼への影響評価

硝酸溶液は腐食性の強い溶液であり、耐食性の無い金属を容易に腐食させる。炭素鋼試験片を硝酸溶液に浸漬させた腐食試験では、6 mol/L硝酸において、最大で1.1 mm/hの腐食速度が得られている。

一方、再処理施設で適用している炭素鋼配管等には塗装が施されており、炭素鋼に対して硝酸が直接接液することはないと考えられるため、その影響について確認した。塗装を施した炭素鋼配管試験片に対して、0.2 mol/L～13.6 mol/Lの硝酸への腐食試験を実施したところ、表面塗膜の膨張等は確認されたものの、いずれの試験片においても24時間の浸漬で配管内面への通液を伴う損傷は確認されなかった。

なお、試験溶液として設定した硝酸濃度0.2, 6, 13.6 mol/Lは、硝酸溶液の下限濃度として0.2 mol/L、再処理施設で使用する最大の硝酸濃度である13.6 mol/Lを上限としたものである。また、6 mol/Lは、炭素鋼に対する腐食速度が最も大きくなる硝酸濃度（第7.1図参照）⁸⁾として設定したものである。（6 mol/L=約31.5% HNO_3 ）



第7.1図 硝酸濃度と炭素鋼の腐食速度の関係⁸⁾

試験結果より、硝酸溶液は接液により塗装が施された炭素鋼構造材に対して速やかに影響を及ぼすものではないが、工場内のいたるところに存在することから、接液リスクの高さを考慮し、保守的に有意な影響を及ぼす化学薬品とする。

7. 1. 2 PVCへの影響評価

硝酸溶液によるPVCへの影響は、腐食試験により確認した。対象とするケーブルシースを0.2 mol/L～13.6 mol/Lの硝酸に最大32日間浸漬させた結果、いずれの試験においてもシース内部への浸透は確認されなかった。また、浸漬後の時間経過による劣化影響を確認するため、同様の試験系で24時間硝酸に浸漬させた後、気中に32日間静置した結果、いずれも内部へ

の浸透は確認されなかった。

さらに、一般的な知見として、プラスチックの耐薬品性に関する指標が公開されている。本指標は常用的に接液した環境における耐薬品性を示すものであり、この表の中でもPVCの硝酸に対する影響は顕著でないことが示されているため、直ちに劣化等の影響を与えるものではない。

7. 2 アルカリ性水溶液による影響評価

7. 2. 1 炭素鋼への影響評価

アルカリ性水溶液の金属材料に対する腐食速度は、腐食性生物が皮膜を形成することにより、酸に比べて遅い⁴⁾。アルカリ性水溶液に対する鉄の腐食速度については、100℃、18.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液に対する炭素鋼の24時間腐食試験により、約0.8 mm/yの腐食速度が報告されている⁹⁾。これは、直ちに影響を与えるものではない。ただし、一般用材として防護対象設備の構成部材に用いられるアルミニウムは、両性金属と呼ばれ、酸にもアルカリにも腐食されることが知られている⁴⁾。このため、アルカリ性水溶液は、アルミニウムに対しては有意な影響を及ぼす化学薬品とする。

7. 2. 2 PVCへの影響評価

アルカリ性水溶液によるプラスチックへの影響は、硝酸と同様にPVCに対する腐食試験により確認した。ケーブルシースを10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液に最大32日間浸漬させた結果、シース内部への浸透は確認されなかった。また、気中静置試験においても、表面への白色変色が認められたものの、有意な影響は確認されなかった。

公開されているプラスチックに対する耐薬品性の指標においても、10

mol/L, 70°Cの条件ではやや劣るとあるものの、本指標は常用的に接液した環境における耐薬品性を示すものであり、さらに、再処理施設においては当該環境での使用はなく、十分な耐薬品性が確認できる。

以上より、アルカリ性水溶液はプラスチックに対して直ちに影響を与えるものではない。

7. 3 有機溶媒による影響評価

7. 3. 1 炭素鋼への影響評価

有機溶媒は、その極性及びプロトン供与性の有無により腐食性が大きく異なる。金属の腐食反応は電気化学的な反応であることから、溶液中にイオン性物質が溶解し易い場合（極性溶媒）において発生し易く、非極性溶媒では発生しにくい。また、プロトン供与性は溶媒からの水素イオンの放出し易さを示すものであり、放出された水素イオンが腐食に寄与することから、当該溶媒の腐食性に大きく影響する⁴⁾。

評価対象とするTBP及びn-ドデカンは、いずれも非極性溶媒であり、かつプロトン供与性を有しないことから、金属に対する腐食性は顕著でなく、有意な影響を与えない。

7. 3. 2 プラスチックへの影響評価

プラスチックへの影響評価に関する試験は、有機溶媒に対しても実施しており、TBPとn-ドデカンの混合溶液（TBP：30%）に浸漬させた結果、浸漬開始から5～7日で有機溶媒のケーブルシース内部への浸透が確認された。

これより、有機溶媒（TBP及びn-ドデカン）はプラスチックに対して有意な影響を及ぼす化学薬品とする。

7. 4 NO_xガスによる影響評価

7. 4. 1 炭素鋼への影響評価

NO_xガスによる炭素鋼への影響は、NO_x雰囲気中へ炭素鋼を曝露させる腐食試験により確認した。6 mol/L硝酸中に炭素鋼片を浸漬して発生させたNO_xガスを試験雰囲気として、当該雰囲気中に最大162時間炭素鋼試験片を曝露させた結果、0.0014 mm/hの腐食速度となった。これは、炭素鋼の0.2 mol/L硝酸溶液への腐食試験による腐食速度：0.016 mm/hと比べて十分に小さく、直ちに有意な影響を与えるものではない。

しかしながら、電子部品を有する機器は、精密機器であることから、わずかな腐食によっても機能を喪失する可能性がある。このため、NO_xガスによる電子部品を有する機器への影響を試験により確認した。試験片としてパソコンのメモリを用い、NO_xガス雰囲気中に3日間曝露させる前後で機能損傷の有無を確認することにより影響を評価するものとした。

なお、本試験において電子部品を有する機器の代表としてパソコンのメモリを選定したのは、基板にチップを内蔵したICが接続されており、最も損傷が想定されるチップ及び接続部分を有するためである。また、曝露期間を3日間としたのは、NO_xガスが漏えいした場合においても、施設内の換気設備の稼働により、NO_xガスが滞留・蓄積することなく排気されることを想定し、保守的に設定したものである。

試験の結果、NO_x曝露後のメモリを装着したパソコンは正常に起動しないことが確認され、NO_xによる影響が確認された。このため、NO_xガスは金属（電子部品）に対して有意な影響を及ぼす化学薬品とする。

7. 4. 2 プラスチックへの影響評価

NO_xガスによる影響は、漏えいしたNO_xガスが空気中の水分に吸収されて硝酸を形成することにより引き起こされるものであることから、硝酸による影響に準ずるものとする。硝酸によるプラスチックへの影響は、7.2.2に示したとおり有意な腐食を引き起こさないことから、NO_xガスはプラスチックに対して有意な影響を与えない。

8. 検討する化学薬品のまとめ

7項にて整理した影響を評価する化学薬品と構成部材の組合せによる評価結果を第8表に示す。

第8表 第12条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止において

検討する化学薬品

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 _x 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

結果として、以下の化学薬品と構成部材の組合せを第12条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止において損傷の防止を検討する化学薬品として設定する。

- ・炭素鋼及びアルミニウムと硝酸溶液
- ・アルミニウムとアルカリ性水溶液
- ・プラスチックとTBP, n-ドデカン
- ・電子部品とNO_xガス

なお、本表にて明示しない化学薬品については、化学薬品の分類の経緯でいずれも検討対象から除外しており、損傷の防止を検討する化学薬品として設定しない。

9. 参考文献

- 1) 「安全データシート (ENEOS LSA重油)」 JXTGエネルギー株式会社
(https://www.no.e.jxtg-group.co.jp/business/sds/gasoline/pdf/13014_r.pdf)
- 2) 「製品安全データシート (No.10500 n-ドデカン)」 関東化学
- 3) 石原只雄 監修「最新 腐食事例解析と腐食診断法」株式会社テクノシステム
- 4) 腐食防食協会 編「腐食・防食ハンドブック」丸善株式会社
- 5) 田中斉, 榊田佳寛「硫酸および硝酸によるコンクリートの化学的腐食進行に関する実験」日本建築学会構造系論文集 第73巻 第625号 p355-p361 (2008.3)
- 6) 「QVFコンポーネントカタログ」AGCテクノロジーソリューションズ
(http://www.agmc.co.jp/service/products_11/pdf
/コンポーネントカタログ(全体).pdf)
- 7) 「プラスチック耐油性・耐溶剤性・耐薬品性一覧表」華陽物産株式会社
(https://kayo-corp.co.jp/common/pdf/pla_proof.pdf)
- 8) 荒木透 他 編「鉄鋼工学講座11 鉄鋼腐食科学」朝倉書店
- 9) 尾上英雄, 榊孝, 崎山和孝「高温濃厚苛性ソーダ溶液中における鉄の腐食」日本金属学会誌 第43巻 p258-p262 (1979)

0.2 mol/L未満の硝酸溶液の除外について

第12条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止において、0.2 mol/L未満の硝酸溶液は明らかに腐食および劣化の影響を与えないものとして除外するが、この根拠について以下にまとめる。

1. 再処理プロセスにおける0.2 mol/L未満の硝酸溶液の位置づけ

再処理プロセスで試薬として使用する硝酸は、試薬建屋から受け入れる非放射性のものと、プロセス内で再利用するための回収酸が挙げられる。これらは、各建屋にて受け入れた際に使用済燃料の溶解や機器の除染といった目的に応じた濃度に希釈されるが、このうち0.2 mol/L未満で定常的に用いられるものの一部に、0.02 mol/Lまで希釈される回収酸がある。ただし、これらの硝酸は配管区分上、試薬として分類する設計としていることから、濃度変動等の不確かさを考慮して、保守的に影響評価の対象として選定することとしている。

一方、硝酸系の化学薬品としての硝酸溶液は、上記の硝酸試薬を再処理プロセスで処理した際に発生する溶液を含み、化学反応や他の溶液との混合によって様々な硝酸濃度となるが、処理の過程で一時的に発生するものを除くと、0.2 mol/L未満となるものは放射性廃液の一部のみである。

これらの配管は、不定期に発生するフロアドレンや定常的に発生する塔槽類廃ガス処理設備の廃ガス洗浄液等を内包するもので、酸の混入も考えられることから硝酸濃度：0.2 mol/L未満と設定しているものである。なお、定常的に発生する廃ガス洗浄液の運転時の酸濃度は0.001 mol/L (pH = 3) 程度であり、この程度の酸濃度では被腐食性を有する代表的な構成部材である炭素鋼に対しても、ほとんど影響を与えないとされている¹⁾。

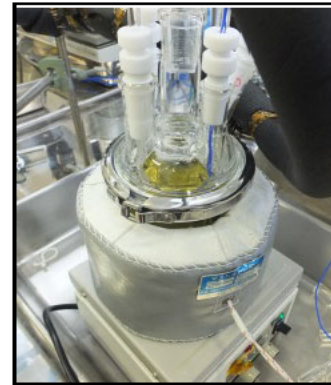
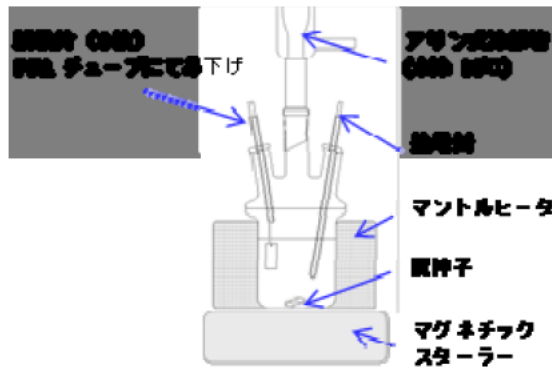
したがって、再処理施設で取り扱う0.2 mol/L未満の硝酸溶液である廃ガス洗浄液は、影響を与えないものとして除外する。

2. 0.2 mol/L 硝酸における腐食速度について

再処理施設で定常的に発生する 0.2 mol/L 未満の硝酸溶液は、1項で示したとおり酸濃度が 0.001 mol/L 程度の廃ガス洗浄液のみである一方で、腐食および劣化の影響を与えないものとして、0.2 mol/L 未満の硝酸を影響評価対象から除外する根拠を以下に示す。この 0.2 mol/L という閾値は、第7回設工認申請における材料選定フローに記載の値を引用したものである。当該の値は、ステンレス鋼に対する 0.2 mol/L 硝酸の腐食速度が 100°Cにおいても 0.01 mm/y と十分に小さく、機器の材料選定において耐食性を有する材料の選定を要求されないことを踏まえて設定したものである。

ここでは、0.2 mol/L 未満の硝酸を化学薬品の漏えいによる損傷の防止における評価対象から除外することの妥当性について、改めて検討する。

炭素鋼に対する腐食については試験及び文献により確認しており、0.2 mol/L 硝酸に炭素鋼を浸漬させた腐食試験の結果、48 時間の試験で 0.0025 mm/h の腐食速度を得ている（図1参照）。この腐食環境が7日間続いたとした場合、0.42 mm の減肉となる。一方、再処理施設に適用されている炭素鋼配管の肉厚は最小 3.0 mm であり、0.2 mol/L 硝酸へ1週間浸漬した場合においても、設計上の必要最小肉厚 1.4 mm は担保される。



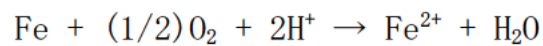
硝酸濃度	6 h	24 h	48 h
0.2 mol/L	0.022 mm/h	0.0054 mm/h	0.0025 mm/h

※腐食速度は、それぞれ当該時間まで浸漬させた場合の値を示す。

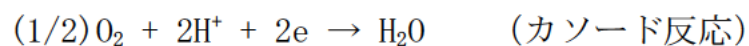
図1 炭素鋼の硝酸腐食試験結果

3. 腐食反応について

金属材料の腐食反応は、環境中に酸化剤が存在するときに起こるものであり、酸性水溶液中の鉄の腐食反応は、以下の反応式で表される。



この反応は、鉄の酸化反応と酸素の還元反応の電気化学反応に分解でき、前者をアノード反応、後者をカソード反応という（図2参照）。



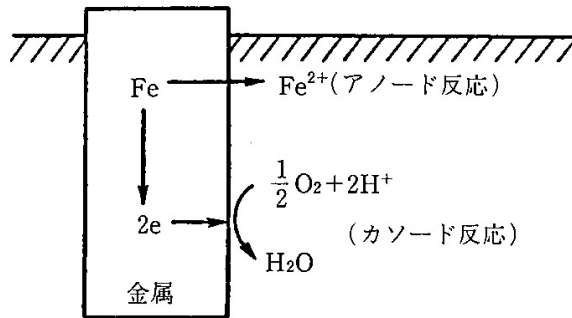


図2 金属腐食の電気化学モデル²⁾

また、これらの腐食反応の進行は電気化学親和力（反応系と生成系の電気化学ポテンシャルの差）で表され、アノード反応とカソード反応の電気化学親和力の和が正のときに腐食反応が進むこととなる。これは、カソード反応の平衡電位とアノード反応の平衡電位の差であり、すなわち腐食反応の平衡電位が環境中における酸化剤の還元反応の平衡電位よりも低い場合、その金属は腐食されることを示している。各種金属の溶解の平衡電位と酸素および水素イオンの還元反応平衡電位を比較すると、酸性水溶液（pH=0）中では、鉄や亜鉛といった卑金属は水素発生型および酸素還元型腐食のいずれも生じる可能性があるが、銀や銅などは酸素共存下ではじめて腐食する（図3参照）。

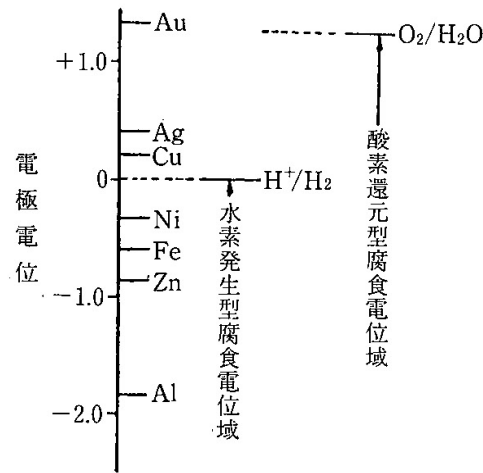


図3 酸性水溶液中の金属の腐食電位域²⁾

上記のとおり，酸による腐食は溶液中の水素イオンと腐食される金属の反応によるものであり，腐食速度はその反応に律速されるものである。腐食の進行により溶液中の水素イオンが消費されるため，十分な溶液との接触では腐食速度は一定となるが，溶液量が少ない場合は水素イオンの消費により，腐食速度は低下する。

実際，炭素鋼に少量の硝酸（6 mol/L，4 mL）を滴下して，時間ごとの腐食速度を測定したところ，図4のように，時間の経過とともに腐食速度が低下することを確認している。また，硝酸濃度をパラメータとして同様の試験を実施したところ，60分静置後の腐食速度は硝酸濃度と直線関係となった（図5参照）。これは，滴下した硝酸中の水素イオンが60分の静置時間中に消費され，結果として水素イオン量（ \equiv 硝酸濃度）が反応量（ \equiv 腐食速度）として現れたためと考えられる。

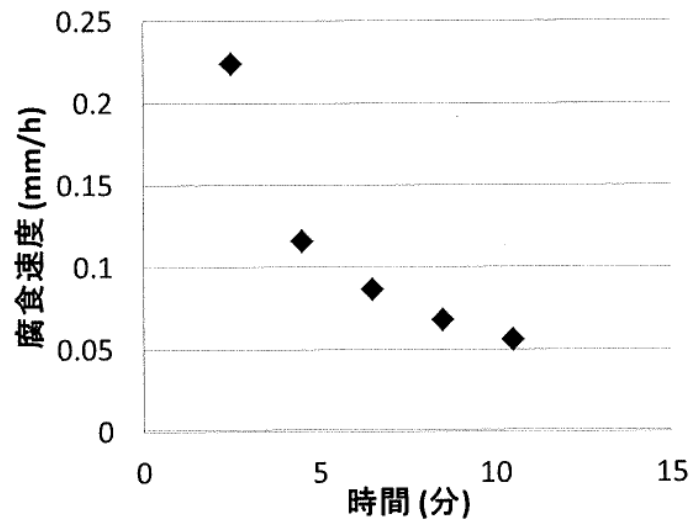


図4 少量の硝酸滴下による腐食速度の低下

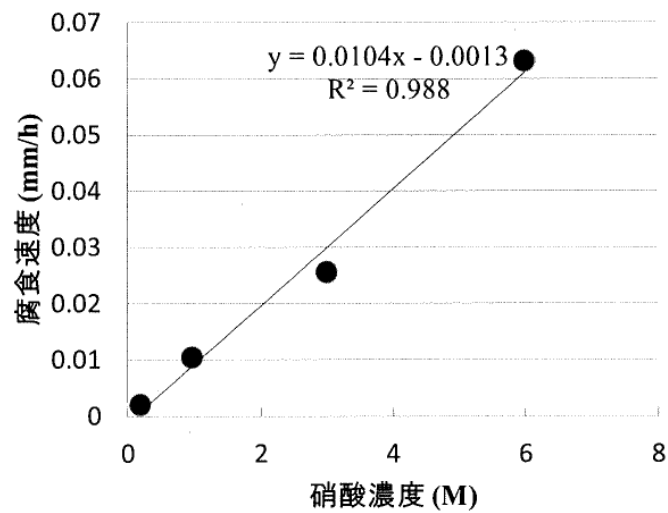


図5 少量の硝酸滴下による腐食速度の濃度依存性

4. 0.2 mol/L 未満の硝酸による腐食影響評価

1 項から 3 項の検討結果を踏まえ、既設工認実績で、酸濃度 0.2 mol/L 未満の溶液は材料を規定するものではないこと、再処理施設で実際に取り扱っている 0.2 mol/L 未満の硝酸溶液の酸濃度が 0.2 mol/L と比べて大幅に小さいこと等から、0.2 mol/L 未満の硝酸については、化学薬品の漏えいによる損傷の防止における影響評価の対象から除外する。

なお、2 項に示す 0.2 mol/L の試験結果は、試験条件による変動要因を含んでおり、これらの不確かさを考慮して、0.2 mol/L 硝酸は防護対象に影響を与える化学薬品として選定する。

- 1) 柴田俊夫「炭素鋼の水溶液腐食」材料と環境 第63巻 第4号 p109-p115
(2014)
- 2) 腐食防食協会 編「腐食・防食ハンドブック」丸善株式会社

各種金属材料の組成 (代表例)

①炭素鋼

種類の記号	C	Si	Mn	P	S
SS400	-		-	0.050 以下	0.050 以下
S25C	0.22~ 0.28	0.15~ 0.35	0.30~ 0.60	0.030 以下	0.035 以下

②ステンレス鋼

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	その他
SUS304	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00 ~ 10.50	18.00 ~ 20.00	-	-	-	-
SUS304L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00 ~ 13.00	18.00 ~ 20.00	-	-	-	-
SUS316	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00 ~ 14.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~ 3.00	-	-	-
SUS316L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	12.00 ~ 15.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~ 3.00	-	-	-

③ジルコニウム

種類の記号	Zr + Hf	Hf	Fe + Cr	H	N	C	O
R-Zr	99.2 以上	4.5 以下	0.2 以下	0.005 以下	0.025 以下	0.05 以下	0.16 以下

④ハステロイ

種類の記号	Ni	Cr	Mo	W	Fe	Cu	C	その他
Hastelloy C-22	残	22	13	3	3	-	0.015 以下	-
Hastelloy G-30	残	30	5	3	15	1.7	0.03 以下	Nb+Ta : 0.7

炭素鋼の硝酸腐食試験

1. 概要

種々の濃度の硝酸に炭素鋼を浸漬させた腐食試験を実施することにより、再処理工場で硝酸漏えいが発生して炭素鋼に接液した場合の腐食影響について確認する。

2. 試験方法

試験方法は、ステンレス鋼に対する腐食試験方法として定められている JIS 規格¹⁾を参照し、影響を考慮する化学薬品に直接接触させることで実態を模擬した条件とした。

(1) 試験片

腐食試験に用いた試験片は、25 mm×15 mm×2.6 mm の炭素鋼片であり、600 番の研磨紙で湿式研磨したものをを用いた。

(2) 試験溶液

浸漬させる硝酸の濃度は、0.2, 6, 13.6 mol/L とし、それぞれ 500 mL を用いた。

(3) 試験方法

①500 mL のセパラブルフラスコに各試験液をそれぞれ入れ、ガラス製の試験片ホルダに把持した炭素鋼試験片を室温にて浸漬させた。

②腐食速度は、浸漬開始から 1 時間後及び 6 時間後に試験片を取り出して純水洗浄の後に重量測定を行い、浸漬前後の重量減より算出した。

3. 試験結果

試験の状況を図1に示す。図の右に示した6 mol/L 硝酸への腐食試験においては、試験片の溶解により試験液が褐色に変色し、又、浸漬後1時間にて試験片がすべて溶解していることが確認された。

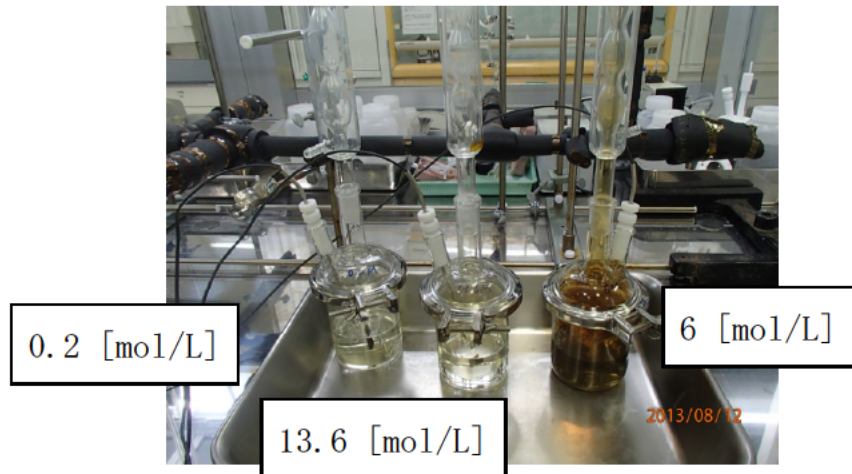


図1 炭素鋼硝酸腐食試験の状況

試験前後の重量測定の結果から得られた腐食速度について、測定タイミングごとの区間腐食速度と、試験全体での平均腐食速度を併記して表1に示す。

表1 炭素鋼の硝酸腐食試験結果

硝酸濃度	0～1 [h]	1～6 [h]	6 [h] 累計
0.2 [mol/L]	0.025 [mm/h]	0.014 [mm/h]	0.016 [mm/h]
6 [mol/L]	1.109 [mm/h] 以上	—	—
13.6 [mol/L]	0.002 [mm/h]	<0.001 [mm/h]	0.001 [mm/h]

なお、6 mol/L の結果については、1 時間で試験片がすべて溶解していることが確認されたことから、実際の腐食速度は、表1に記載の値よりも大きいことに注意が必要である。

1) JIS G 0573 : 2012 ステンレス鋼の65%硝酸腐食試験方法

補 4-11-41

炭素鋼塗装配管の耐薬品性確認試験

1. 概要

塗装済みの炭素鋼配管に対して、硝酸及び NO_x ガス腐食試験を行い、炭素鋼に塗装施工された場合の腐食影響について確認する。

2. 試験方法

(1) 試験片

試験に用いた炭素鋼は、再処理工場で実際に適用されている塗装を施した配管材とし、5 cm に切断したものの両端を液体パッキン及び熱収縮チューブにより封止することで、内部に試験液が入らないようにした。(図 1 参照)

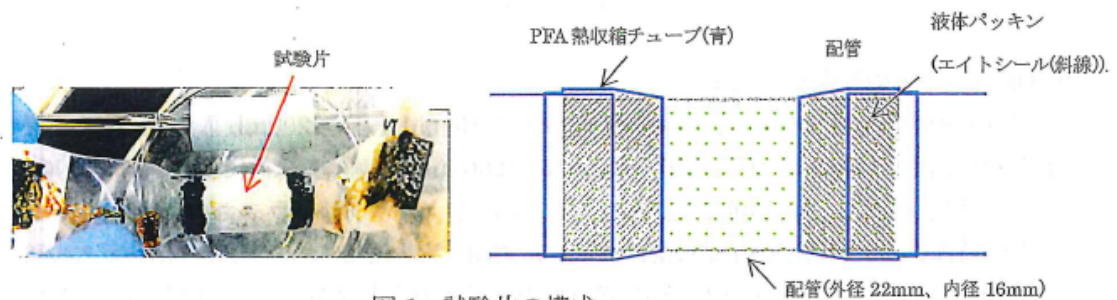


図 1 塗装配管試験片の外観・処置

(2) 試験溶液

- ①硝酸：試験に用いた硝酸は 0.2, 3, 6, 13.6 mol/L のものとし、それぞれ 250 mL を用いた。
- ②NO_x ガス：セパラブルフラスコに入れた 6 mol/L 硝酸 200 mL 中で炭素鋼を腐食させてフラスコ内に NO_x ガスを充満させて試験系とした。

(3) 試験方法

- ①セパラブルフラスコ内に設置したテフロン製の試験台に配管試験片を載せ、試験液中に室温にて浸漬させた。NO_x ガスへの曝露については、NO_x ガスを発生させる前に試験片を設置し、発生させたガスによる雰囲気を保持した。(図2参照)
- ②浸漬及び曝露開始後 24 時間で試験片を取り出し、塗膜の状態及び配管内部に至る腐食の有無を確認した。



図2 塗裝配管の浸漬・曝露試験状況

(左：硝酸浸漬，右：NO_x ガス曝露)

3. 試験結果

硝酸への浸漬，NO_x ガスへの曝露のいずれの試験においても，塗裝の膨張が確認され，又，0.2 mol/L 硝酸への浸漬以外の試験片においては，塗裝表面の変色が確認された。しかしながら，硝酸腐食試験ではいずれの試験片においても，内部への試験液の浸入は確認されず，NO_x ガス腐食試験では，配管内面に孔等の損傷が確認されなかったことから，配管内面に至る腐食はないものと判断した。

	浸漬試験開始直後 (3分以内)	浸漬20分後	浸漬40分後	浸漬1時間後	浸漬1.5時間後	浸漬2時間後
0.2 M HNO ₃ 浸漬						
3 M HNO ₃ 浸漬						
6 M HNO ₃ 浸漬						
18.6 M HNO ₃ 浸漬						
NOx ガス中						

図3 塗装配管の腐食試験結果 (1 / 2)

補 4-11-44

	浸漬18時間後	浸漬19時間後	浸漬20時間後	浸漬22時間後	浸漬24時間後	色の変化比較 (気中にて撮影) 未試験片
0.2 M HNO ₃ 浸漬						
3 M HNO ₃ 浸漬						
6 M HNO ₃ 浸漬						
13.6 M HNO ₃ 浸漬						
NOx ガス中						

図3 塗装配管の腐食試験結果 (2 / 2)

補 4-11-45

ケーブルシースの耐薬品性確認試験

1. 概要

再処理工場で使用されているケーブルのさや管（シース）に対して各種薬品への腐食試験を実施し、再処理工場において薬品が漏えいした際の腐食・劣化影響について確認する。

2. 試験方法

(1) 試験片

試験に用いたケーブルシースは、再処理工場において使用されているケーブルから以下の 3 種類を選定し、内部のケーブル類を除いたシースのみを使用した。

- ・ M-ECXF 5C-2VV（難燃性低塩酸ビニルシース高周波同軸ケーブル）
- ・ FR-CPV-S 1.25sq-2C（600V 制御用遮へい付難燃 EP ゴム絶縁
難燃性低塩酸ビニルシースケーブル）
- ・ 600V CV（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）

各ケーブルシースの外側に PP チューブを設置し、底部に配置したアルミ棒をシールテープと液体パッキンにより封止することで試験液を浸漬させるためのさや管を設置した。（図 1 参照）

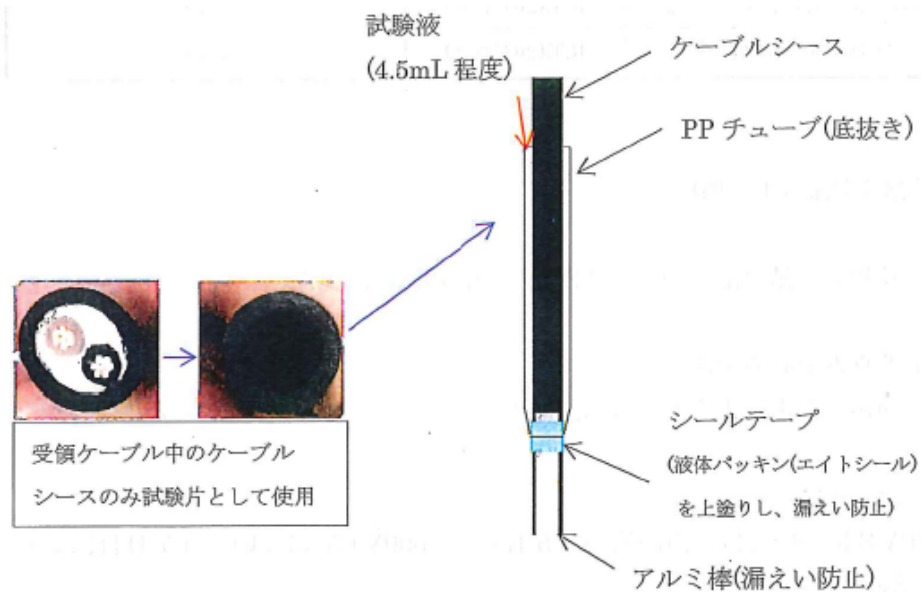


図1 ケーブルシースの耐薬品性試験の試験材外観

(2) 試験液

浸漬させる化学薬品は、硝酸 (0.2, 3, 6, 13.6 mol/L), 水酸化ナトリウム水溶液 (10 mol/L), TBP/n-ドデカン混合液とし、1 試験体あたり約 5 mL を用いた。

(3) 試験方法

- ①準備した試験片に試験液をそれぞれ入れ、ケーブルシース外面を浸漬させた。(全 18 条件、図 2 参照)
- ②浸漬後、1 日ごとにケーブルシース内面に pH 測定紙を挿入して、pH の変動や試験紙の濡れにより浸透の有無を確認し、最大 7 日間続けた。
- ③試験終了後、ケーブルシースの外面を観察し、浸漬によるその他の影響を確認した。



図2 ケーブルシースの耐薬品性試験の状況

3. 試験結果

腐食試験の結果，以下の3 ケースについてケーブルシース内部への試験液の浸透が確認された。

- ・ M-ECXF 5C-2VV と TBP/n-ドデカン混合液：浸漬開始から 5 日目
- ・ FR-CPV-S 1.25sq-2C と TBP/n-ドデカン混合液：浸漬開始から 5 日目
- ・ 600V CV と TBP/n-ドデカン混合液：浸漬開始から 7 日目

上記以外の硝酸及び水酸化ナトリウム水溶液の浸漬については，いずれのケーブルシースにおいても浸透は確認されなかった。

また，試験終了後の外観については，すべてのケーブルシースと化学薬品の組み合わせで表面の光沢が失われる傾向が確認され，水酸化ナトリウム水溶液に浸漬させたケーブルシースは，一部が白色に変色していることが確認された。(図3参照)

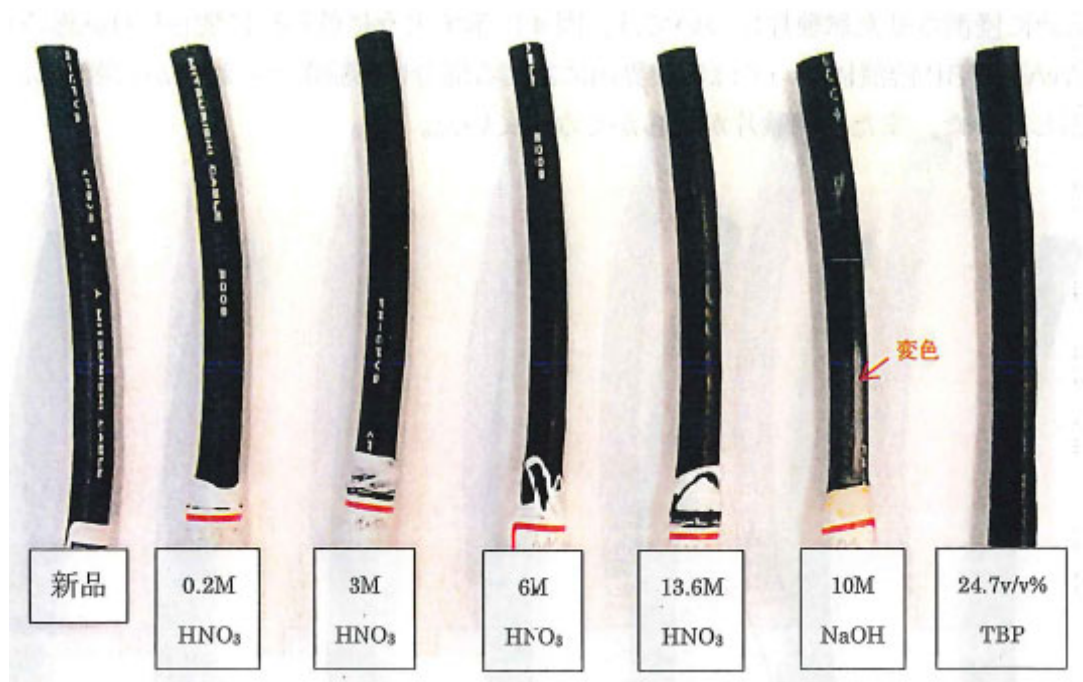


図3 腐食試験後のケーブルシースの外観 (FR-CPV-S)

炭素鋼の NO_x ガス腐食試験

1. 概要

炭素鋼を NO_x ガス中に曝露させた腐食試験を実施することにより、NO_x ガスが漏えいした場合の炭素鋼への腐食影響について確認する。

2. 試験方法

(1) 試験片

腐食試験に用いた試験片は、25 mm×15 mm×2.6 mm の炭素鋼片であり、600 番の研磨紙で湿式研磨したものをを用いた。

(2) 試験雰囲気

セパラブルフラスコに入れた 6 mol/L 硝酸 200 mL 中で炭素鋼を腐食させてフラスコ内に NO_x ガスを充満させて試験雰囲気とした。

(3) 試験方法

①(2)に記載の方法で調製した NO_x ガス雰囲気中に PFA 製のチューブを用いて試験片を吊り下げることにより、室温にて曝露させた。なお、曝露は NO_x の発生が完了した後（炭素鋼が完全に溶解した後）に実施した。（図 1）



図 1 炭素鋼の NO_x ガス曝露試験の状況

②曝露開始から 1 日後及び 2 日後、6 日後、7 日後に試験片を取り出して、純水洗浄及び中性除錆剤を用いた表面処理後の重量測定により、腐食速度を算出した。

3. 試験結果

各時間で算出した腐食速度の結果を表 1 に示す。試験期間全体での腐食速度は 0.0014 mm/h となった。

表 1 炭素鋼の NO_x ガス腐食試験結果

NO _x ガス 濃度	0～24 [h]	24～47 [h]	47～138 [h]	138～162 [h]	162[h] 累計
成り行き	0.0019 [mm/h]	0.0017 [mm/h]	0.0009 [mm/h]	0.0025 [mm/h]	0.0014 [mm/h]

電子部品の NO_x ガス腐食試験

1. 概要

電子部品を有する機器は、被水により機能喪失が想定されることから、液体の化学薬品については機能喪失と判断されるが、NO_x ガスによる腐食影響が不明であることから、試験により確認する。

2. 試験方法

(1) 試験片

電子部品の試験片としてパソコンのメモリを選定し、当該メモリが健全であることを確認した後に試験に供した。

(2) 試験雰囲気

セパラブルフラスコに入れた 6 mol/L 硝酸 200 mL 中で炭素鋼を腐食させて NO_x ガスを発生させ、当該の NO_x ガスを試験片のみを設置したセパラブルフラスコ内に導入することで試験雰囲気を調製した。(図 1 参照)

(3) 試験方法

- ①健全性を確認したメモリを取り外し、(2)で構築した NO_x ガス雰囲気内に曝露させた。また、初期値として NO_x ガス濃度をガス検知管により測定した。
- ②曝露開始から 3 日間後にメモリを雰囲気から取り出し、外観を観察した。この際、試験終了時のものとして NO_x ガス濃度を測定した。
- ③②で取り出したメモリをパソコンに再び設置し、当該パソコンの起動確認を行った。

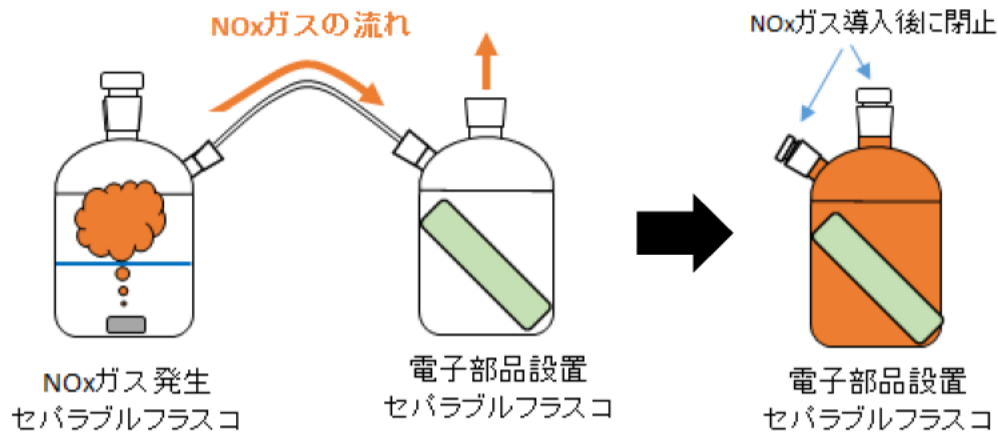


図1 電子部品のNOx腐食試験装置概要

(左：NOxガス導入時、右：曝露時)

3. 試験結果

NOxガスへの曝露により、メモリは全体が変色していることが確認された(図2参照)。また、NOxガス中に曝露した後のメモリを設置し、パソコンの起動確認を行った結果、メモリの動作不良により起動しないことが確認された。

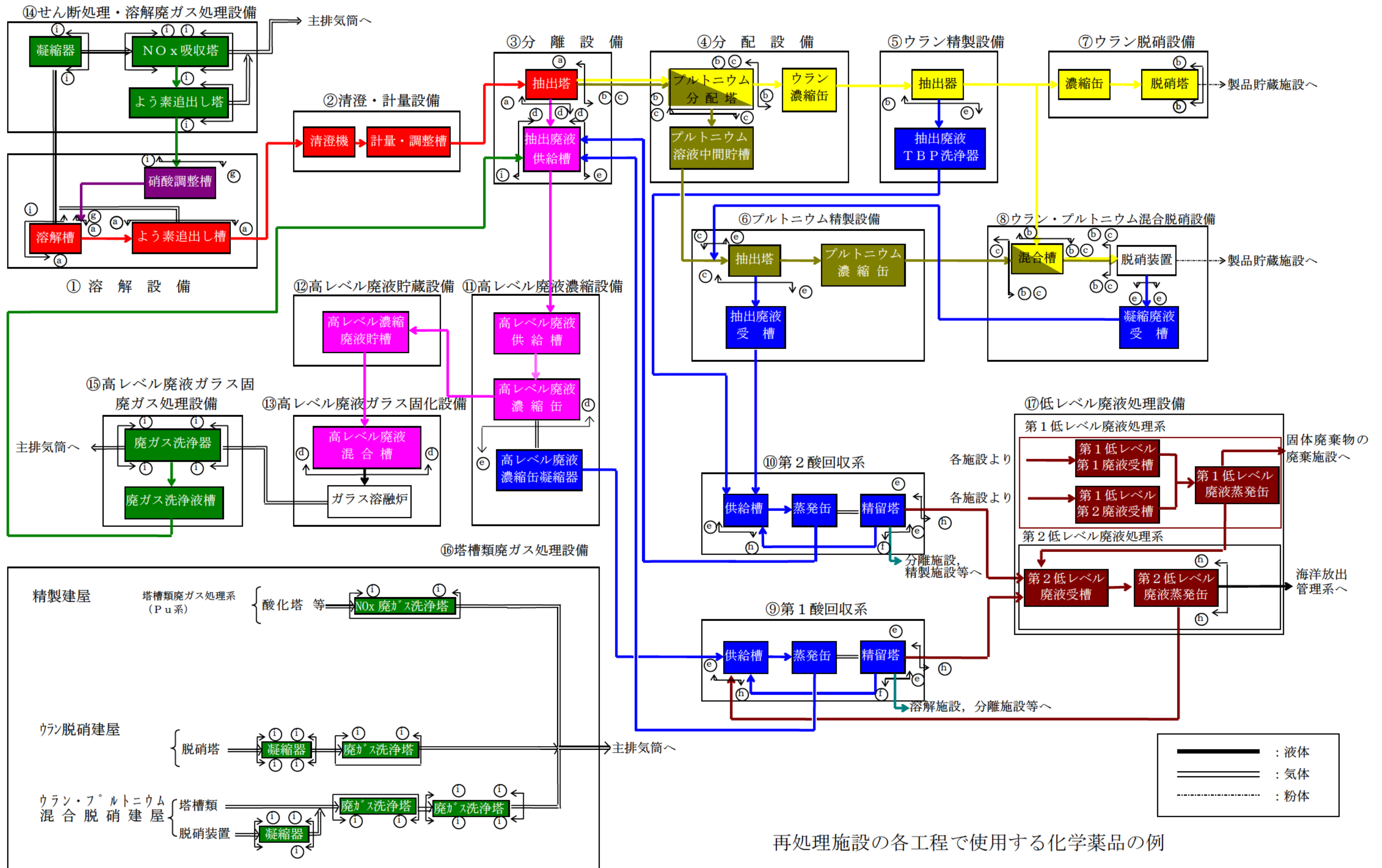
図2 NOxガスへの曝露前後のメモリ外観

	ラベル面	ラベル裏面
曝露前		
曝露後		

再処理施設の各工程で使用する化学薬品の例

再処理施設で使用される化学薬品		図の凡例	①溶解設備	②清澄・計量設備	③分離設備	④分配設備	⑤ウラン精製設備	⑥プルトニウム精製設備	⑦ウラン脱硝設備	⑧ウラン・プルトニウム混合脱硝設備	⑨第1酸回収系、 ⑩第2酸回収系	⑪～⑬ *1	⑭～⑯ *2	⑰低レベル廃液処理設備	備考	
硝酸溶液系	硝酸	硝酸、回収硝酸	(f)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		使用済硝酸	(e)			○		○	○	○	○	○	○	○		
		溶解硝酸	(g)	○ 約6mol/L												
		廃ガス洗浄廃液	(i)	○		○								○		
	溶解液	(a)	○ 約3mol/L	○ 約3mol/L	○ 約3mol/L											
	硝酸ウラニル溶液	(b)			○	○ 約0.1～0.8mol/L	○ 約0.04～1mol/L		○ 0.2～0.5mol/L	○ 約0.2～4.4mol/L						
	硝酸プルトニウム溶液	(c)				○ 約1.8mol/L		○ 約1.8～7mol/L	○ 約4.4～7mol/L							
	放射性廃液	高レベル濃縮廃液	(d)	○	○	○							○ 約2～3mol/L			
		低レベル廃液	(h)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	硝酸ヒドラジン							○	○							
	硝酸ヒドロキシルアミン(HAN)							○	○							
	硝酸ウラナス						○	○	○							
	硝酸ガドリニウム			○	○											
模擬廃液												○				
調整液												○				
有機溶媒	TBP				○	○	○	○								
	n-ドデカン				○	○	○	○								
	ウランを含む有機溶媒	(b)			○	○	○	○								
	プルトニウムを含む有機溶媒	(c)			○	○	○	○								
アルカリ性溶液 その他の液体	水酸化ナトリウム		○	○	○	○		○				○	○	○	主に非定常の洗浄運転、中和等を使用	
	硝酸ナトリウム											○				
	炭酸ナトリウム		○	○											主に非定常の洗浄運転等を使用	
	亜硝酸ナトリウム							○				○				
	重油														ボイラ、発電機等の燃料に使用	
気体	NOxガス		○			○		○	○				○			
	水素ガス							○		○						
	窒素ガス		○	○	○	○	○	○	○	○			○			
	酸素ガス		○									○	○			
固体	模擬ガラスピース (廃液模擬成分を含む)											○				
	放射性廃棄物		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

○：再処理プロセスで使用される化学薬品 プロセス液等については硝酸濃度 [mol/L]を記載
 *1:①高レベル廃液濃縮設備、②高レベル廃液貯蔵設備、③高レベル廃液ガラス固化設備
 *2:⑭せん断処理・溶解廃ガス処理設備、⑮高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備、⑯塔槽類廃ガス処理設備



再処理施設の各工程で使用する化学薬品の例

補足説明資料5－3（12条）

その他の漏えい事象に対する確認について

その他の漏えい事象に対して、想定される事象を整理するとともに、漏えいした化学薬品が安全機能に影響を及ぼさない設計となっていることを確認する。

1. その他の漏えい事象の整理

化学薬品防護建屋内にて発生が想定される、化学薬品の漏えいにおけるその他の漏えい事象について第1表に整理する。

第1表 その他の漏えい事象

分類	想定事象
(1) 機器ドレン	・ サンプルシンクドレン 等
(2) 機器損傷 (配管以外)	・ 開放端に繋がる弁のシートリーク ・ 弁グランドリーク ・ ポンプシールリーク ・ フランジリーク 等
(3) 人的過誤	・ 弁誤操作等
(4) 非定常作業	・ 事業所内にて化学薬品を受け入れる際の漏えい ・ 通常時使用しない機器・配管からの漏えい

(1) 機器ドレン

通常運転状態において発生するドレンであり、床及び機器ドレンファンネルにより排水可能な設計としている。

機器ドレンについては、化学薬品を系外にドレン（廃水）する機器は存在しないため、化学薬品の漏えい源には該当しない。

(2) 機器損傷（配管以外）

事象については、漏えい量は比較的少なく、漏えいした化学薬品は床ドレンファンネルを経由して一般排水ピット等に溜まる設計としている。

配管フランジや弁グランドからの漏えいは、内包する流体の種類・温度・圧力等を考慮した適切な設備を選定しているため、設備が健全である場合にはにじみ程度であると考えられる。再処理施設の過去の化学薬品の漏えい事象においては、いずれも不適切な構成部材の設備を用いることにより、百数十リットル～数百リットルの化学薬品の漏えいが発生している。

前処理建屋：炭素鋼製閉止プラグを用いることにより、157 リットルの漏えいが発生。漏えいした設備はウラン試験用の仮設である。

ウラン脱硝建屋：耐薬品性のないパッキンを用いたため、約 0.6m³の硝酸漏えいが発生。当事象を受け、全フランジ部を調査し、適切なパッキンの材料（テフロン）を使用していることを確認しており、以降大量の化学薬品漏えいは発生していない。

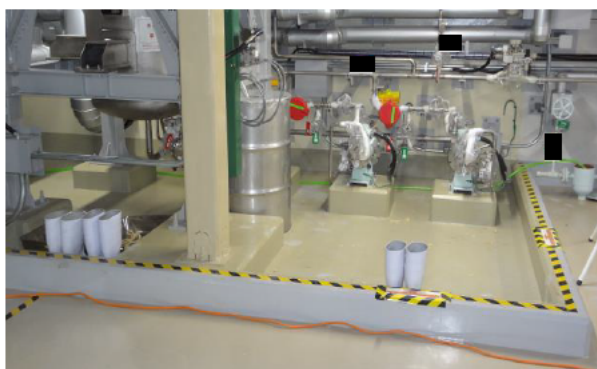
再処理工場 前処理建屋における硝酸性溶液の漏えいについて

1. 概要

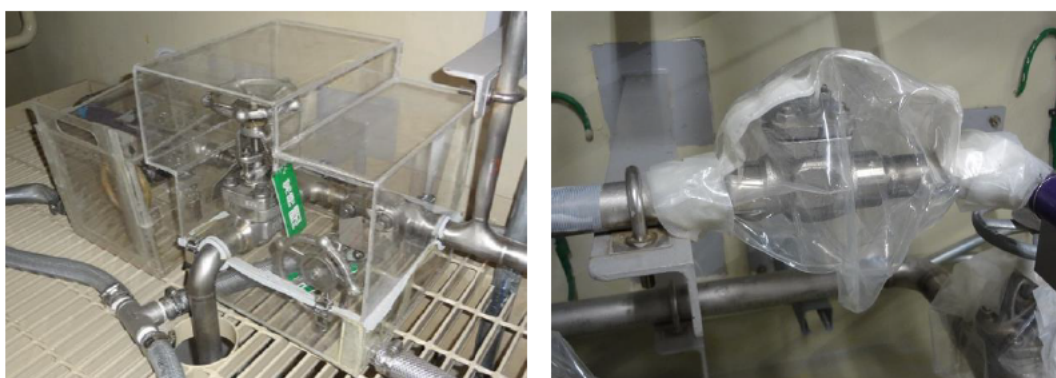
平成17年2月16日、16時46分頃、再処理工場 前処理建屋 地上1階南北第1廊下にて硝酸性溶液と思われる液体の漏えいを現場作業員（協力会社社員）が発見した。

調査の結果、当該液体は非放射性の硝酸性溶液（酸濃度0.85mol/l）であり、漏えい量は157リットルであった。本事象による外部への影響はなく、また、けが人もいなかった。

大容量の化学薬品の貯槽の下部には、「毒物及び劇物取締法」及び「毒物及び劇物指定令」、並びに「消防法」に基づき、堰内に設置した貯槽のうち、容量の最も大きい貯槽1基分の容量を有する堰を設置している（第1図参照）。また、過去に発生した硝酸漏えい事象を受け、再処理施設内（非管理区域を含む）のフランジ接続部等への飛散防止カバー等の設置について管理している（第2図参照）ため、漏えいの拡大防止・対応が可能な設計としている。



第1図 法令に基づき設置している堰



第2図 漏えい化学薬品の飛散防止用の飛散防止カバー等

(3) 人的過誤

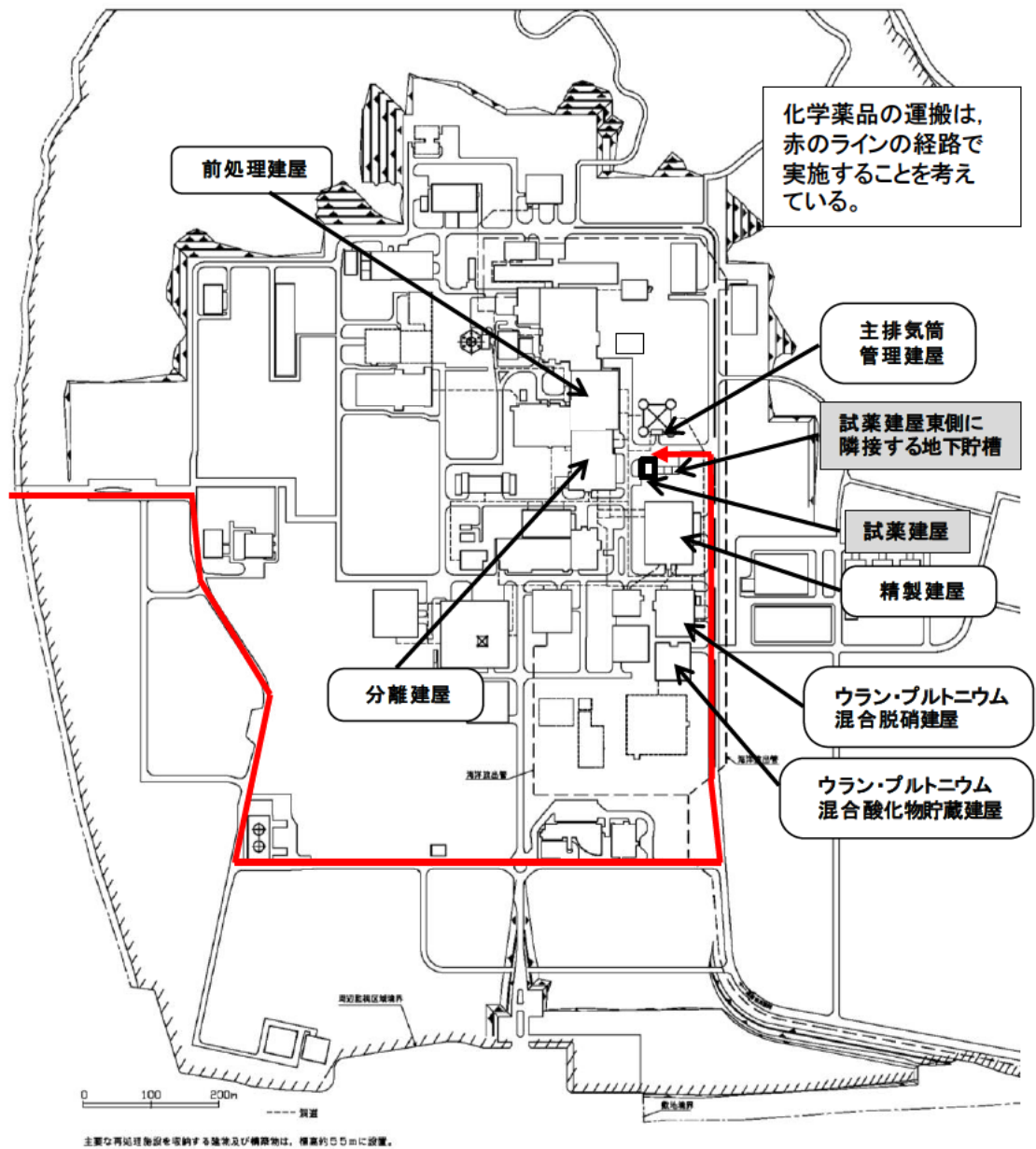
化学薬品防護対象設備を直接視認できないエリアからの誤操作によって、化学薬品防護対象設備を被液させるおそれのある開放部又は水密処理されていない閉止部は化学薬品防護区画に設置しない設計とすることから、当該区画における誤操作により生じる化学薬品の漏えいは発生しない。

その他の人的過誤による漏えいは、「第 11 条 溢水による損傷の防止」における「補足説明資料 4－5」と同様である。

(4) 非定常作業

事業所内にて運搬及び貯蔵又は使用される化学薬品としては、試薬建屋の機器に内包される化学薬品、各建屋の機器に内包される化学薬品並びに試薬建屋への受入れの際に運搬される化学薬品がある。事業所内において化学薬品を貯蔵する施設については化学薬品が漏えいし難い設計とするため、人為事象として試薬建屋への受入れの際に運搬される化学薬品の漏えいを想定する。

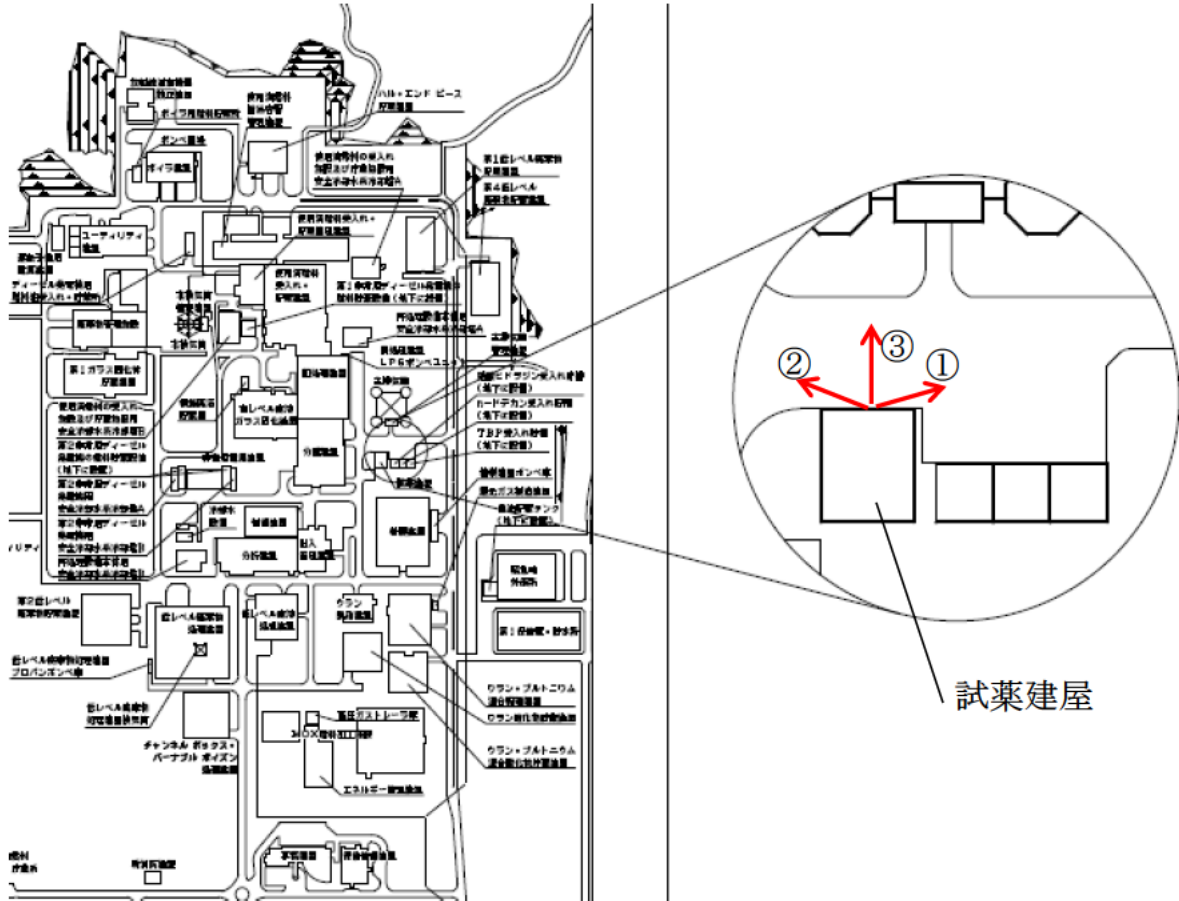
試薬建屋へ受け入れる化学薬品は、硝酸、水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム及び硝酸ヒドロキシルアミン、試薬建屋東側に隣接する地下の貯槽に受け入れる化学薬品は、硝酸ヒドラジン、TBP及びn-ドデカンである。これらの化学薬品は、大型タンクローリにより試薬建屋近傍まで運搬され、試薬建屋、又は試薬建屋東側に隣接して設置される地下の貯槽への接続口にて受け入れる。この受入れまでの運搬経路の例を第 3 図に示す。受入れの運搬経路の近傍には化学薬品防護建屋が存在する。



第3図 試薬建屋への化学薬品の運搬経路（例）

① 試薬建屋への化学薬品の受け入れ時に発生する漏えい

試薬建屋周辺概況図を第4図に、試薬建屋にある接続口を第5図に示す。



① 試薬建屋入口から
東側を撮影



② 試薬建屋入口から
西側を撮影



③ 試薬建屋入口から
北側を撮影

第4図 試薬建屋周辺概況図

補 5-3-6



試薬建屋



接続口の扉（開放）



化学薬品の接続口

第5図 接続口

補 5-3-7

試薬建屋への化学薬品の受入れ作業は、試薬建屋内にある接続口にホースを接続し、作業員が常時立会いで実施するため、化学薬品が漏えいしたとしてもすぐに対応することが可能である。しかしながら、化学薬品の漏えいが発生・拡大した場合の評価として、試薬建屋への化学薬品の受入れ作業時に漏えいが発生した場合における、試薬建屋から最も近い化学薬品防護建屋である主排気筒管理建屋へ与える影響を検討した。具体的には、試薬建屋入口において化学薬品を供給するタンクローリに積載している化学薬品の全量が漏えいし、漏えい地点から扇形に広がった際の面積から没液高さを算出した。

主排気筒管理建屋への影響評価結果を第2表に示す。建屋は十分な厚さを有するコンクリート躯体の構築物である。10t タンクローリにおける試算では、建屋の入口部（許容浸水深 0.3m）に対し、約 0.012m の没液高さであることから、化学薬品の受入れ作業時に運搬した化学薬品の全量が屋外に漏えいしたとしても、主排気筒管理建屋の化学薬品防護対象設備の安全機能を損なうおそれはない。また、主排気筒管理建屋より遠くにある建屋については、没液高さはより低くなるため影響を受けることはない。

試薬建屋に隣接する地下の貯槽への化学薬品の受入れに関しては、試薬建屋の東側近傍に設置する接続口より受け入れる予定であるため、化学薬品の漏えい時における影響は上記と同様である。

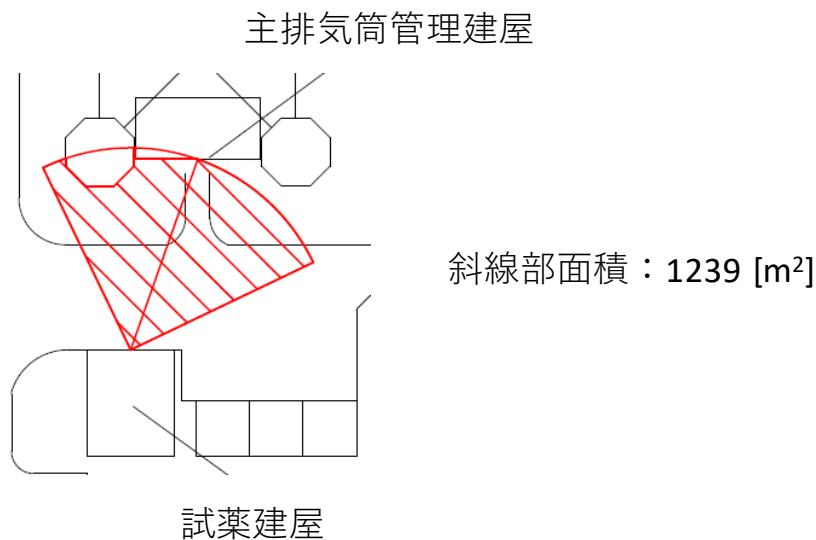
第 2 表 主排気筒管理建屋への影響評価結果

再処理事業所設置高さ (m) ^{*1}	EL. +55.0
許容浸水深 (m) ^{*1}	0.3
化学薬品防護建屋地表開口部高さ (m) ^{*1}	EL. +55.3 以上
最大薬品漏えい量 (m ³) ^{*2}	約 13.4
評価面積 (m ²) ^{*3}	約 1200
没液高さ (m)	約 0.012

*1: 「第 11 条 溢水による損傷の防止」の「補足説明資料 1 1 - 3 (1 1 条) 屋外タンク等の溢水による敷地内の溢水影響評価」を参照。

*2: 再処理施設内の化学薬品の運搬車両として 10t タンクローリを想定。漏えい量は保守側に、最も比重の小さい薬品である n-ドデカン (比重: 0.75) の場合を想定 (小数点以下第 2 位切り上げ)。

*3: 漏えいした化学薬品は、試薬建屋入口から主排気筒管理建屋の出入口側に中心角 90 度の扇形に広がるものとして面積を想定。下図の斜線部を参照。



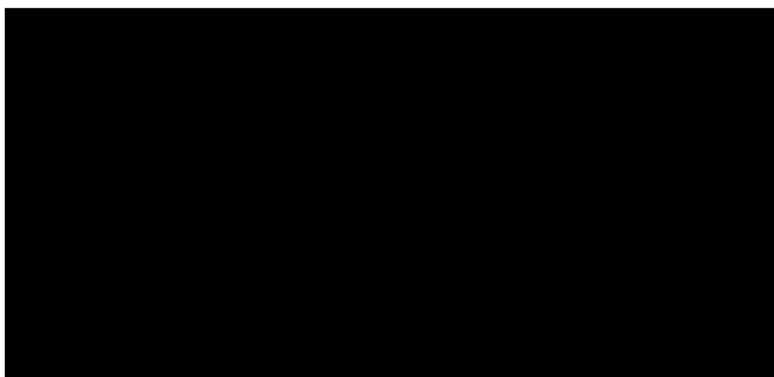
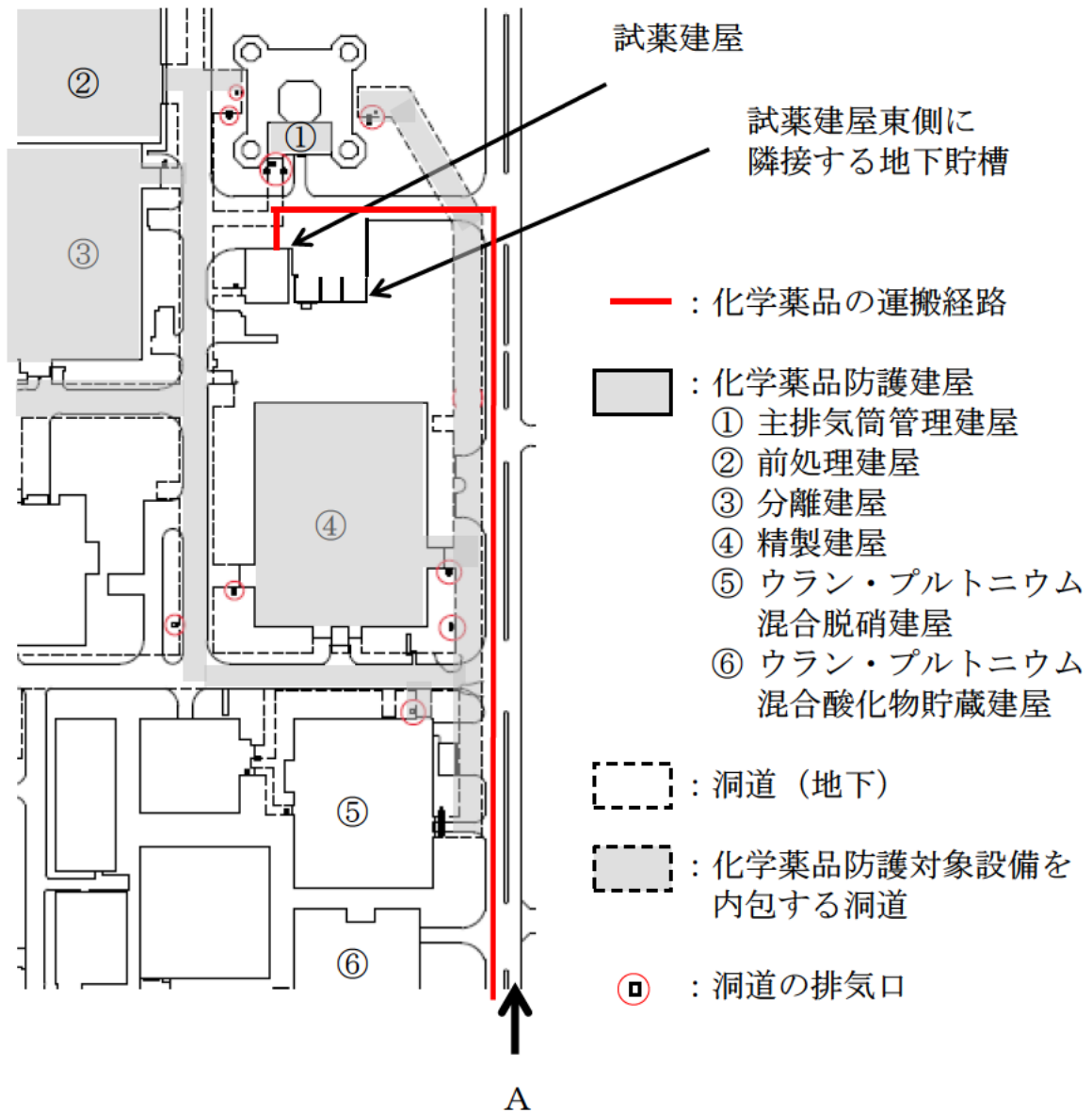
② 化学薬品の運搬経路上で発生する漏えい

第6図に運搬経路近傍の化学薬品防護建屋の配置図を示す。

化学薬品の運搬経路において万一、化学薬品の漏えいが発生した場合は、運搬経路近傍にある化学薬品防護建屋への影響並びに運搬経路の地下に設置されている洞道の排気口への流入が考えられる。

運搬経路における化学薬品の漏えいの影響評価として、運搬経路に最も近い入口部を有するウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において、運搬している化学薬品の全量が漏えいして建屋側に扇形に広がる場合の影響を検討した。影響評価結果を第3表に示す。運搬経路に最も近いウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においても、建屋の入口部(許容浸水深0.3m)に対し約0.034mの没液高さであることから、運搬経路において化学薬品が漏えいした場合でも運搬経路近傍の建屋内の安全機能へ影響を与えない。

洞道の排気口への流入に関しては、第6図に示すとおり洞道排気口は1m以上の排気口高さを有しており、運搬経路上で漏えいした化学薬品が洞道排気口へ流入しない構造としているため、洞道内へ漏えいした化学薬品が流入することはない。



A方向から撮影した化学薬品の運搬経路



洞道の排気口

第6図 運搬経路近傍の化学薬品防護建屋の配置図

第3表 化学薬品の運搬経路近傍の建屋への影響評価結果

評価対象建屋	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
再処理事業所設置高さ (m) ^{*1}	EL. +55.0
許容浸水深 (m) ^{*1}	0.3
化学薬品防護建屋地表開口部高さ (m) ^{*1}	EL. +55.3 以上
最大薬品漏えい量 (m ³) ^{*2}	約 13.4
評価面積 (m ²) ^{*3}	約 400
没液高さ (m)	約 0.034

*1:「第11条 溢水による損傷の防止」の「補足説明資料11-3(11条) 屋外タンク等の溢水による敷地内の溢水影響評価」を参照。

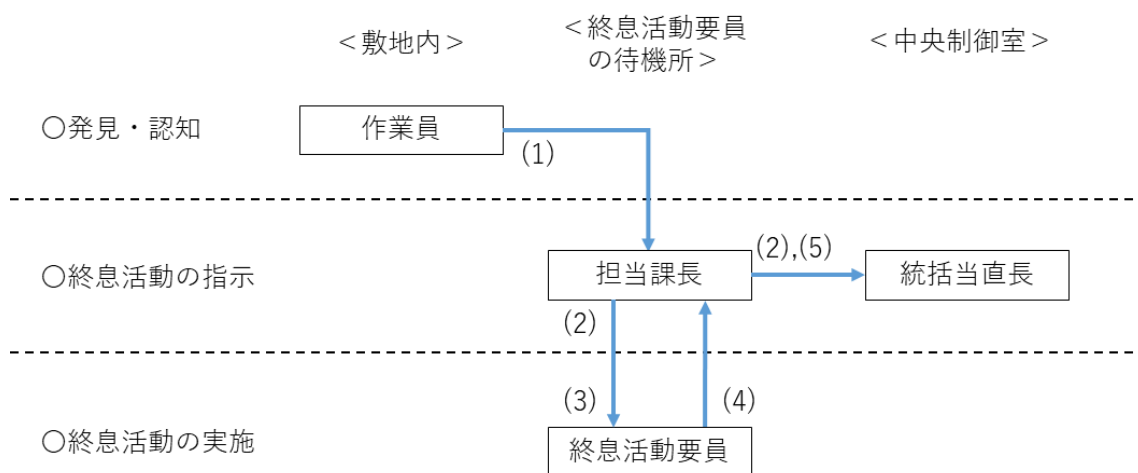
*2:再処理施設内の化学薬品の運搬車両として10tタンクローリを想定。漏えい量は保守側に、最も比重の小さい薬品であるn-ドデカン(比重:0.75)の場合を想定(小数点以下第2位切り上げ)。

*3:運搬する道路上で建屋入口に最も近い箇所を化学薬品の漏えい箇所として設定し、漏えいした化学薬品は漏えい箇所から建屋の入口側に中心角90度の扇形に広がるものとして面積を想定。建屋入口は、構築物が存在し評価面積がより小さくなる北側を想定。下図の斜線部を参照。



③ 化学薬品の受け入れ時及び運搬経路上で発生する漏えいの処理等

化学薬品の受け入れ時及び運搬中に漏えいが発生した場合の処理等に係る実施体制を第7図に示す。なお、化学薬品の漏えいに伴い発生する有毒ガスに対し、制御室及び緊急時対策所の居住性を確保するための措置は、「安全審査 整理資料 第20条 制御室等」及び「安全審査 整理資料 第26条：緊急時対策所」に示す。



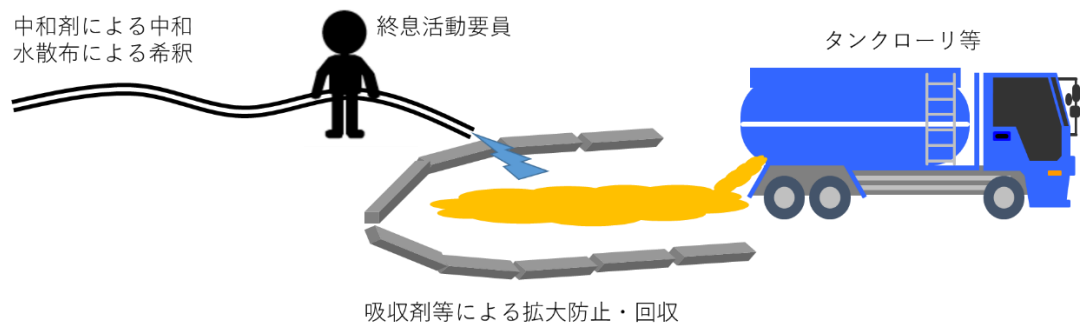
第7図 化学薬品の運搬中に漏えいが発生した場合の処理等に係る実施体制

化学薬品の受け入れ時及び運搬中に漏えいが発生した場合の処理等に係る手順を以下に示す。また、終息活動のイメージを第8図に示す。

なお、終息活動については、重大事故等の対処に必要な要員以外の再処理事業所員が対応する。

- (1) タンクローリ等による化学薬品の受け入れ及び運搬に立ち会う作業員は、化学薬品の漏えいが発生したことを担当課長に連絡する。

- (2) 担当課長は、終息活動要員に防護具の着用及び化学薬品の漏えいを終息させるために必要な措置を実施するよう指示するとともに、終息活動の開始を統括当直長に連絡する。
- (3) 終息活動要員は、担当課長の指示により、防護具を着用するとともに、化学薬品の漏えいを終息させるために速やかに回収等の措置を実施する。
- (4) 終息活動要員は、化学薬品の漏えいが終息したことを確認後、担当課長に終息活動完了を連絡する。
- (5) 担当課長は、化学薬品の漏えいが終息したことを統括当直長に連絡する。



第8図 終息活動のイメージ

2. その他の漏えい事象に対する対応方針

以上より、第1表に整理した事象は、上記に示した検知・対応により、安全機能に影響を及ぼさないと考えられる。

なお、機器の誤作動により、系外に液体を放出する発電炉に設置される格納容器スプレイのような設備は、再処理施設の化学薬品防護建屋にはない。

以 上

令和4年6月2日 RO

補足説明資料 1 1 - 4 (1 2 条)

本資料については内容精査中のため、追而提出とする。