

高浜発電所
廃樹脂処理装置共用化他に係る
設計及び工事計画認可申請書

コメント回答資料

関西電力株式会社
2020年10月23日

枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<コメント No. 1 >

補足説明資料の参-5 の使用済樹脂計量タンク室の遮蔽計算について、補足説明資料にて詳細に説明すること。また、管理区域境界の遮蔽計算が不要であることを説明すること。

<回答>

1. 放射線の遮蔽評価

1.1 評価方針

補助遮蔽の放射線の遮蔽評価に当たって、基本的な評価方針を本項において示す。なお、各々の評価における詳細な条件については、「1.2 評価条件及び評価結果」に示す。

(1) 評価の概要

補助遮蔽の放射線の遮蔽評価では、使用済樹脂計量タンク室外側に滞在する放射線業務従事者が受ける線量率を計算し、その結果が判断基準を満足することを評価する。補助遮蔽を透過する放射線の主な線源となるものは、使用済樹脂計量タンク内の使用済樹脂であり、使用済樹脂からのガンマ線による線量率を計算し、その結果が判断基準を満足することを確認する。

(2) 線量計算

使用済樹脂からのガンマ線は、放射線源からのガンマ線が物質中を減衰しながら評価点に達し線量を与える。従って、計算に必要な主な条件は線源条件及び遮蔽体条件である。これらの条件を用いて、以下の手法にて線量を計算する。

a. 解析コード

線量計算に当たっては、施設の遮蔽構造を適切に模擬し線源からのガンマ線量評価が可能な解析コードとして、SPAN Ver. 90m コードを使用する。

$$D_{AK}(E) = K(E) \int_V \frac{S(E, r, \theta, z)}{4\pi \cdot R^2} \cdot B_E(b) \cdot e^{-b} dV$$

$$H(E) = \overline{f_x}(E) \cdot D_{AK}(E)$$

ここで、

$D_{AK}(E)$: ガンマ線の空気カーマ率 (Gy/h)

$H(E)$: ガンマ線の実効線量率 (Sv/h)

E	:	ガンマ線のエネルギー (MeV)
K(E)	:	ガンマ線の空気カーマ率換算係数 ((Gy/h)/(MeV/(cm ² ・s)))
R	:	線源から計算点までの距離 (cm)
S(E, r, θ, z)	:	位置(r, θ, z)のガンマ線の線源強度 (MeV/(cm ³ ・s))
B _E (b)	:	ガンマ線のビルドアップ係数

$$B_E(b) = A \cdot e^{-\alpha_1 \cdot b} + (1-A) \cdot e^{-\alpha_2 \cdot b}$$

ここで、

A, α₁, α₂: ビルドアップ因子 (注)

$$b = \sum_{i=1}^n \mu_i(E) \cdot t_i$$

ここで、

μ_i(E): i番目の遮蔽体の線減衰係数 (cm⁻¹)

t_i: i番目の遮蔽体の透過距離 (cm)

$\overline{f_x(E)}$: 空気カーマから実効線量への換算係数 (Sv/Gy)

b. 生体遮蔽装置

補助遮蔽は、南壁 900mm、東壁 1800mm、天井 600mm にマイナス側許容差 5mm を考慮して計算に用いる。

また、補助遮蔽の材料は鉄筋コンクリートであるが、鉄筋の遮蔽能力はコンクリートより大きいので、すべてコンクリートとして評価する。

1.2 評価条件及び評価結果

評価方針は、「1.1 評価方針」に示すとおりであるが、この方針をもとに各々の評価条件を考慮して線量を評価する。

(1) 使用済樹脂の線源強度

使用済樹脂計量タンクの線源である使用済樹脂は、使用済樹脂貯蔵タンクにて長期間貯蔵されることから、長半減期核種である ⁶⁰Co 及び ¹³⁷Cs を線源として考慮する。

⁶⁰Co 及び ¹³⁷Cs の線源強度は、3, 4号機の使用済樹脂をサンプリングし、その放射能濃度の測定結果等に基づき、発生時点において既設 1, 2号機廃樹脂処理装置の使用済

樹脂の放射能濃度よりも低くなることを確認している。よって、今回は保守的に既設1, 2号機廃樹脂処理装置の線源強度と同一に設定する。エネルギー範囲別のガンマ線の線源強度は第1表に示すとおりである。

(2) 線量評価

線量計算に当たっては、施設の遮蔽構造を適切に模擬し、線源からのガンマ線量評価が可能な1.1(2)に示す計算コードを使用する。補助遮蔽透過後の線量率の計算モデルを第2図に示す。なお、線量率評価は、第1図に示す使用済樹脂計量タンク室の壁外側の線量率を計算する。ここで、使用済樹脂計量タンク室が設置される3号機E.L.10.5m（燃料取扱建屋）は地下階のため、建屋外側に対する評価は不要である。

(3) 評価結果

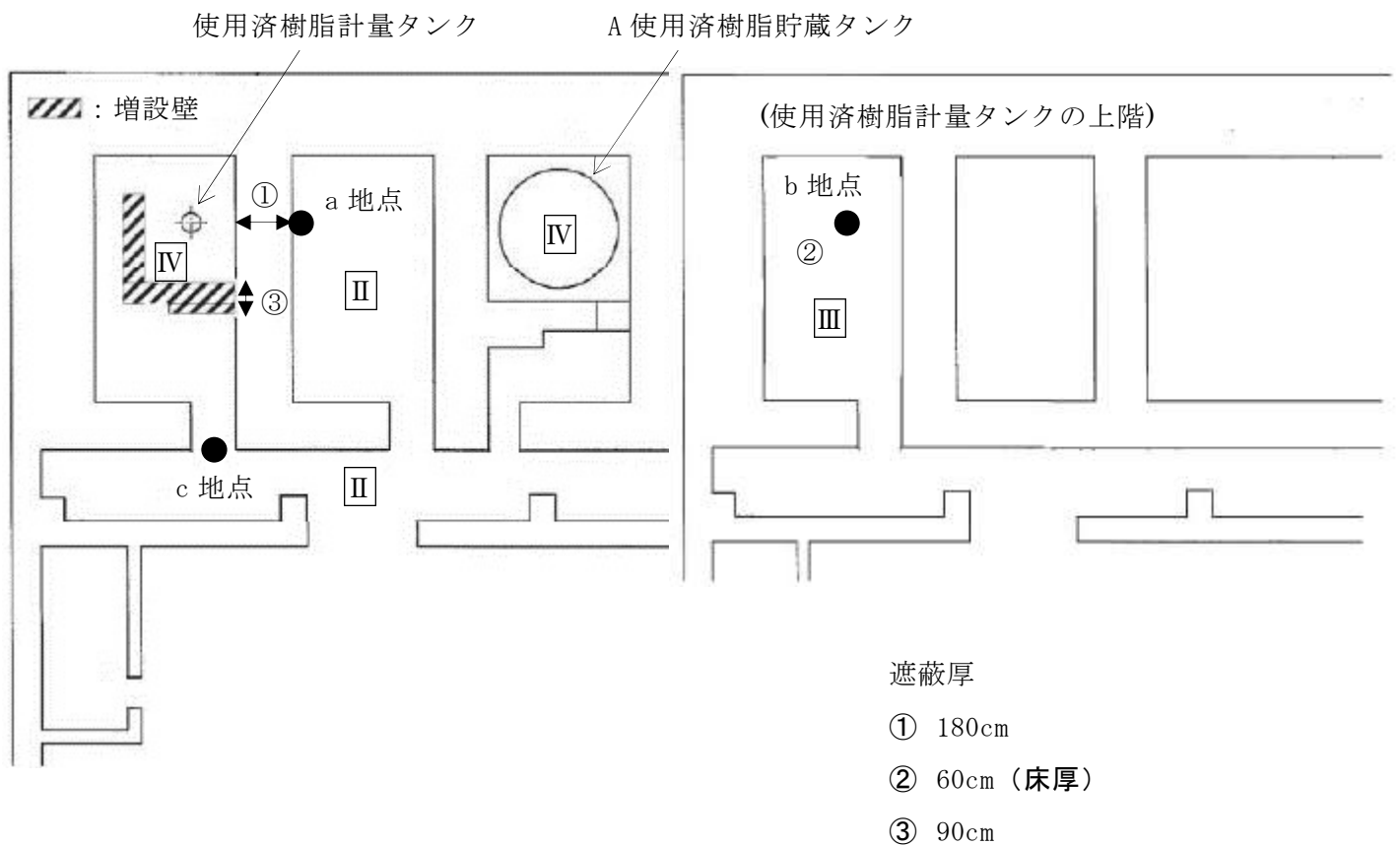
補助遮蔽透過後の線量率は、使用済樹脂計量タンク室の壁外側において第2表に示すとおりとなり、遮蔽設計区分の遮蔽設計基準線量率を満足している。

第1表 3, 4号機の使用済樹脂の線源強度

--	--	--	--	--

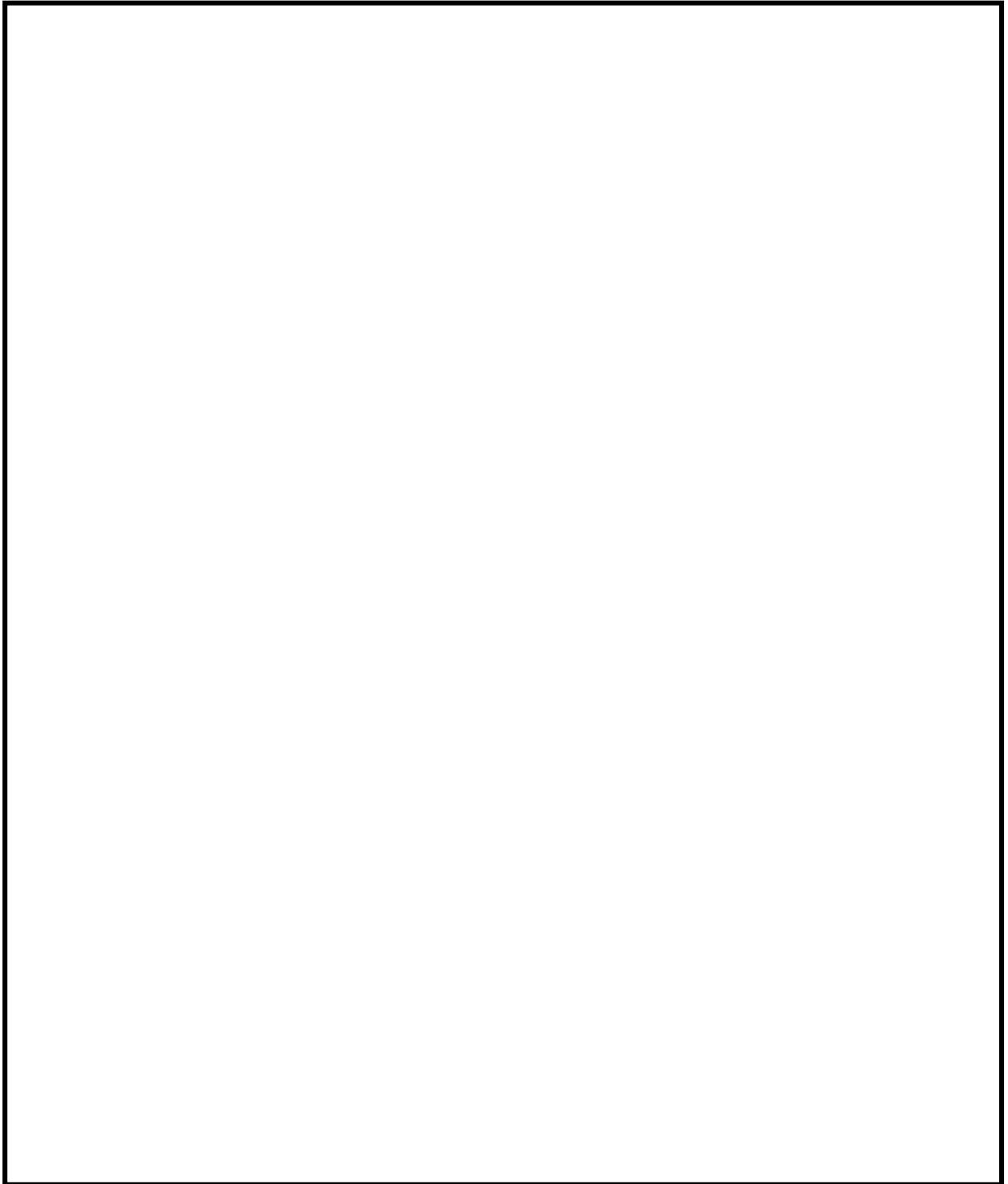
第2表 使用済樹脂計量タンク室の評価結果

評価点	壁厚 (mm)	区分	設計基準線量率 (mSv/h)	線量率 (mSv/h)
a	1800	II	0.01	1.2×10^{-7}
b	600	III	0.15	4.8×10^{-2}
c	900	II	0.01	3.3×10^{-4}

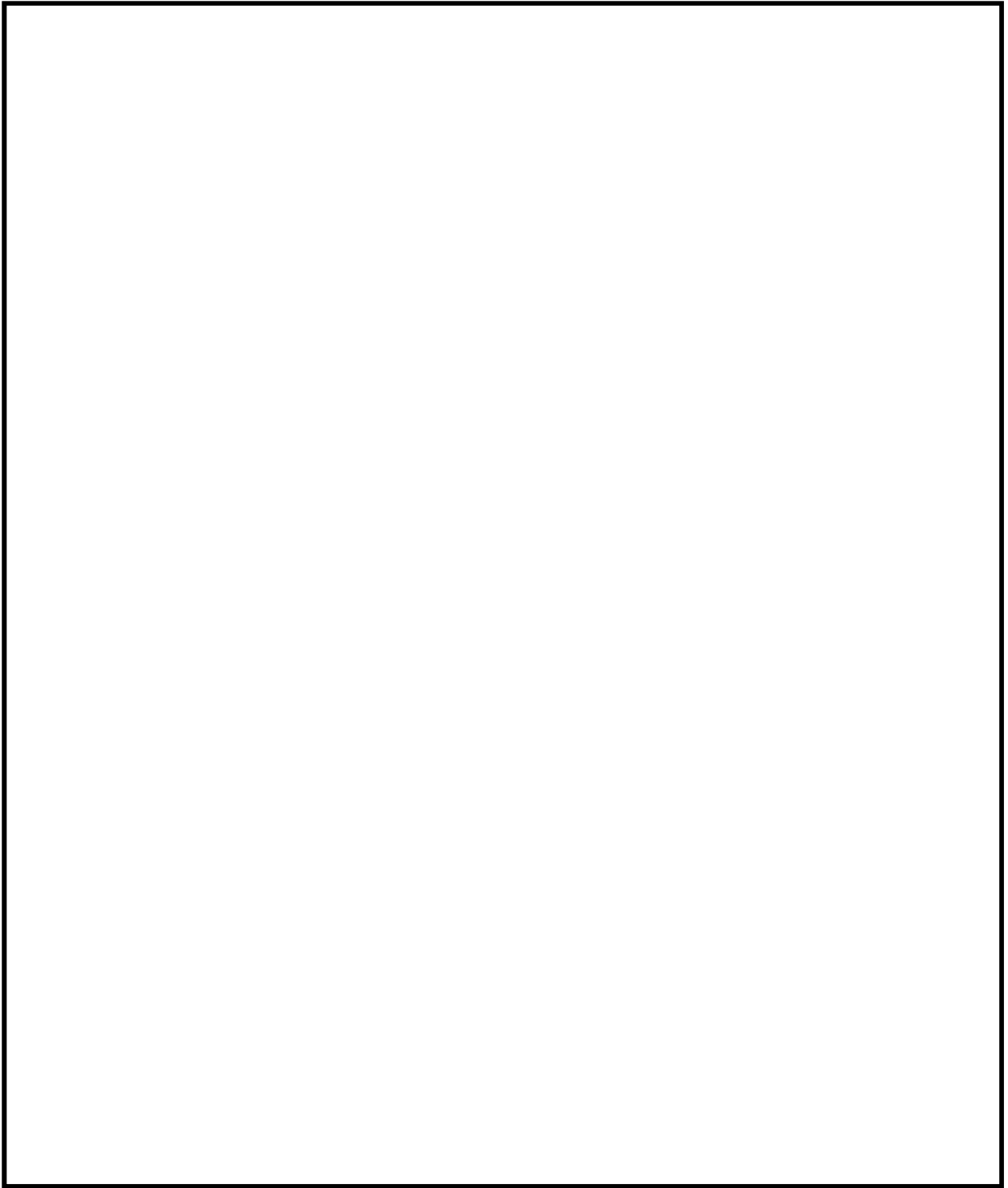


区分	基準線量率
II	$\leq 0.01\text{mSv/h}$
III	$\leq 0.15\text{mSv/h}$
IV	$> 0.15\text{mSv/h}$

第 1 図 3 号機燃料取扱建屋内の使用済樹脂計量タンク周辺の遮蔽設計区分の概略



第2図 (1/2) 補助遮蔽透過後の線量率の計算モデル (a 地点・b 地点)



第 2 図 (2/2) 補助遮蔽透過後の線量率の計算モデル (c 地点)

<コメント No. 2、3>

- 移送容器内の樹脂を固体とするならば、水抜き方法などの詳細を説明すること。
 - 使用済樹脂移送容器は、「容器」でなく「放射性廃棄物の運搬用容器」とした場合、以下の検討を行い、説明すること。
 - ①流体状とするならば、適合性の説明として、39条1項5号、6号、39条3項を説明すること。
 - ②固体状とするならば、適合性の説明として、39条1項5号、6号を説明すること。
- また、追加資料として、以下が必要なので説明すること。
- ・放射性廃棄物運搬用容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書
 - ・使用済樹脂移送容器の運搬中の強度評価（ガイド P32 注7による）
 - ・固体廃棄物処理設備における放射性物質の散逸防止に関する説明書（固体状のみ）

<回答>

使用済樹脂移送容器の純水ドレン口は、容器の最下部に設置されておらず、一部使用済樹脂と純水が混在する部分が残ることから、構内運搬時の使用済樹脂は、流体状の放射性廃棄物として扱うこととする。また、排水完了の確認方法としては、移送容器のドレン配管部にサイトグラスを設置する計画としており、当該サイトグラスにて水の流れが完全に停止したことを確認し、排水完了とする予定である。

以上より、使用済樹脂移送容器は、流体状の放射性廃棄物の運搬用容器として扱う。

第39条「廃棄物処理設備等」の適合性確認について、第1-1表「流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第39条「廃棄物処理設備等」の適合性確認」にまとめており、概要としては以下のとおりである。

第39条第1項第5号の説明（使用済樹脂移送容器の運搬中の強度に関する評価）については、今後、補正申請する資料7「強度に関する説明書」にて示す。概要は、別紙1のとおり。

第39条第1項第6号の説明については、今後、補正申請する資料11「放射性廃棄物運搬用容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」にて示す。概要は、別紙2のとおり。

第39条第3項の説明については、今後、補正申請する資料10「流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力及び施設外への漏えい防止能力についての計算書」にて示す。使用済樹脂移送容器トレイは、当初申請にて「漏えい拡大防止堰」として申請していたが、使用済樹脂移送容器を流体状の放射性廃棄物の運搬用容器として扱うことから、「施設外への漏えい防止堰」としても適合していることを説明する。なお、堰の能力の評価方法、計算結果は、「漏えい拡大防止堰」と同一となる。

第 1-1 表 流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第 39 条「廃棄物処理設備等」の適合性確認

技術基準規則	解釈	適合性確認
第 39 条 廃棄物処理設備等		
工場等には、次に定めるところにより放射性廃棄物を処理する設備を施設しなければならない。	—	—
一 周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度が、それぞれ原子力規制委員会の定める濃度限度以下になるように発電用原子炉施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有するものであること。	—	周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度に影響を与える設備ではないため、対象外
二 放射性廃棄物以外の廃棄物を処理する設備と区別して施設すること。ただし、放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を流体状の放射性廃棄物を処理する設備に導く場合において、流体状の放射性廃棄物が放射性廃棄物以外の廃棄物を取り扱う設備に逆流するおそれがない場合は、この限りでない。	<p>1 第 1 項第 2 号に規定する「流体状の放射性廃棄物」とは、液体状の放射性廃棄物及び液体にスラッジ等の固体が混入している状態のものをいう（以下、本解釈において同じ。）。</p> <p>2 第 1 項第 2 号に規定する「流体状の放射性廃棄物を処理する設備」とは、流体状の放射性廃棄物に係る廃棄設備のうち、流体状の放射性廃棄物を処理する樹脂塔、熱交換器、濃縮器、ポンプ、タンク（処理の過程で一時的に貯蔵するもの）、弁等の機器をいい、貯蔵する設備（長期間貯蔵するタンク等）以外の設備をいう。なお、廃棄物処理設備に該当するタンク類としては、機器ドレンタンク、床ドレンタンクが含まれる。</p>	出入口に弁を有する系統構成としており、系統図に示す通り、適合性を確認している。

第 1-1 表 流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第 39 条「廃棄物処理設備等」の適合性確認

技術基準規則	解釈	適合性確認
第 39 条 廃棄物処理設備等		
<p>三 放射性廃棄物が漏えいし難い構造であり、かつ、放射性廃棄物に含まれる化学薬品の影響その他の負荷により著しく腐食しないものであること。</p>	<p>3 第 1 項第 3 号に規定する「その他の負荷」とは、不純物の影響をいう。(技術基準規則第 40 条第 1 項第 3 号も同じ。)</p>	<p>要目表、構造図に示す通り、適合性を確認している。</p>
<p>四 気体状の放射性廃棄物を処理する設備は、第四十三条第三号の規定に準ずるほか、排気筒の出口以外の箇所において気体状の放射性廃棄物を排出しないこと。</p>	<p>—</p>	<p>気体状の放射性廃棄物を対象としたものであり、今回対象外</p>

第 1-1 表 流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第 39 条「廃棄物処理設備等」の適合性確認

技術基準規則	解釈	適合性確認
第 39 条 廃棄物処理設備等		
<p>五 流体状の放射性廃棄物及び原子炉冷却材圧力バウンダリ内に施設されたものから発生する高放射性の固体状の放射性廃棄物を工場等内において運搬するための容器は、取扱中における衝撃その他の負荷に耐え、かつ、容易に破損しないものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。</p>	<p>4 第 1 項第 5 号で対象とする「流体状の放射性廃棄物」は、内包する流体の放射性物質の濃度が 37mBq/cm³（流体が液体の場合にあっては、37kBq/cm³）以上のもの（クラス 3 相当）をいう。</p> <p>5 第 1 項第 5 号に規定する「原子炉冷却材圧力バウンダリ内に施設されたものから発生する高放射性の固体状の放射性廃棄物」とは、炉内構造物取替工事により発生するシュラウド等、高線量（除染等により線量低減ができるものは除く）の主要な固体状放射性廃棄物をいう。 なお、「高線量の主要な固体放射性廃棄物」とは、構内輸送する固体放射性廃棄物の放射エネルギーが科技庁告示第 5 号第 3 条第 1 号に規定する A 1 値又は A 2 値（2 種類以上の放射性物質がある場合にあっては、それらの放射性物質の放射エネルギーのそれぞれその放射性物質についての A 1 値又は A 2 値に対する割合の和が 1）を超えるものをいう。</p> <p>6 第 1 項第 5 号に規定する「取扱中における衝撃その他の負荷に耐え、かつ、容易に破損しないものであること」とは、「实用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第 88 条第 1 項第 3 号ロに規定されている「容易かつ安全に取扱うことができ、かつ、運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂、破損等が生じるおそれがないもの」であること。 また、流体状の放射性廃棄物を運搬する容器は、技術基準規則第 17 条のクラス 3 容器の規定を満足すること。主要な固体状放射性廃棄物を運搬する容器については、同規則第 40 条第 1 項第 2 号及び第 3 号の規定を満足すること。</p>	<p>流体状の放射性廃棄物の運搬用容器として、資料 7「強度に関する説明書」にて、適合性を確認する。</p>

第 1-1 表 流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第 39 条「廃棄物処理設備等」の適合性確認

技術基準規則	解釈	適合性確認
第 39 条 廃棄物処理設備等	—	—
<p>六 前号の容器は、内部に放射性廃棄物を入れた場合に、放射線障害を防止するため、その表面の線量当量率及びその表面から一メートルの距離における線量当量率が原子力規制委員会の定める線量当量率を超えないよう、遮蔽できるものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。</p>	—	<p>資料 1 1 「放射性廃棄物運搬用容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」にて、適合性を確認する。</p>
<p>2 流体状の放射性廃棄物処理設備が設置される放射性廃棄物処理施設（流体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。以下この項において同じ。）は、次に定めるところにより施設しなければならない。</p>	<p>7 第 2 項に規定する「流体状の放射性廃棄物処理設備が設置される放射性廃棄物処理施設」とは、流体状の放射性廃棄物処理設備が設置される建屋全部をいう（技術基準規則第 4 0 条において同じ）。また、「漏えいが拡大するおそれがある部分に限る」とは、流体状の放射性廃棄物処理設備が設置される施設内であっても、流体状の放射性物質が流入するおそれがない場所であって流体状の放射性廃棄物処理設備が設置されていない場所（例えば廃棄設備の制御室、換気空調室、電気室等）及び二重管構造等により流体状の放射性廃棄物が漏えいし難い構造となっている場所を適用除外にすることができる。</p>	—
<p>一 放射性廃棄物処理施設内部の床面及び壁面は、流体状の放射性廃棄物が漏えいし難い構造であること。</p>	<p>8 第 2 項第 1 号に規定する「漏えいし難い構造」とは、適切な高さまでの壁面、床面全部及び両者の接合部には耐水性を有する塗料が塗布されていること、並びに漏えい防止措置の必要な床面及び壁面の貫通部にはラバーブーツ又はモルタル等の充填が施されていること等、堰の機能を失わせないよう適切な耐漏えい措置が施された構造とすること（技術基準規則第 4 0 条において同じ。）</p>	<p>資料 1 0 「流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力及び施設外への漏えい防止能力についての計算書」にて、適合性を確認する。</p>

第 1-1 表 流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第 39 条「廃棄物処理設備等」の適合性確認

技術基準規則	解釈	適合性確認
第 39 条 廃棄物処理設備等		
<p>二 放射性廃棄物処理施設内部の床面は、床面の傾斜又は床面に設けられた溝の傾斜により流体状の放射性廃棄物が排液受け口に導かれる構造であり、かつ、流体状の放射性廃棄物（気体状のものを除く。以下同じ。）を処理する設備の周辺部には、流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止するための堰が施設されていること。</p>	<p>9 第 2 項第 2 号に規定する「漏えいの拡大を防止するための堰」とは、ポンプのシールがリークした時、機器のメンテナンス時又は除染時等に飛散する液体状の放射性廃棄物が広範囲に拡大することを防止するために設けるものをいい、排水溝、床面段差等堰と同様の効果を有するものを含む。</p>	<p>使用済樹脂移送容器トレイを設置することとしており、資料 10「流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力及び施設外への漏えい防止能力についての計算書」にて、適合性を確認する。</p>
<p>三 放射性廃棄物処理施設外に通じる出入口又はその周辺部には、流体状の放射性廃棄物が放射性廃棄物処理施設外へ漏えいすることを防止するための堰が施設されていること。ただし、放射性廃棄物処理施設内部の床面が隣接する発電用原子炉施設の床面又は地表面より低い場合であって、放射性廃棄物処理施設外へ漏えいするおそれがない場合は、この限りでない。</p>	<p>10 第 2 項第 3 号に規定する「施設外へ漏えいすることを防止するための堰」とは、処理する設備に係わる配管について、長さが当該設備に接続される配管の内径の 1 / 2、幅がその配管の肉厚の 1 / 2 の大きさの開口を当該設備と当該配管との接合部近傍に仮定したとき、開口からの流体状の放射性廃棄物の漏えい量のうち最大の漏えい量をもってしても、流体状の放射性廃棄物の漏えいが広範囲に拡大することを防止するため、当該貯蔵設備の周辺近傍に設けること。この場合の仮定は堰の能力を算定するためにのみに設けるものであり、開口は施設内の貯蔵設備に 1 ヶ所想定し、漏えい時間は漏えいを適切に止めることができるまでの時間とし、床ドレンファンネルの排出能力は考慮できるものとする。ただし、床ドレンファンネルの排出機能を期待する場合は、その機能が確実なものでなければならない。</p>	<p>使用済樹脂移送容器トレイを設置することとしており、資料 10「流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力及び施設外への漏えい防止能力についての計算書」にて、適合性を確認する。</p>
<p>四 工場等外に排水を排出する排水路（湧水に係るものであって放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないもの並びに排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備を施設するものを除く。）上に放射性廃棄物処理施設内部の床面がないよう、施設すること。</p>	<p>11 第 2 項第 4 号に規定する「湧水に係るものであって放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないものを除く。」とは、自然発生的に地下から大量に湧き出し、この排出を止めることが技術的に不可能な湧水に係る排水路は、放射性物質により汚染するおそれがある管理区域に開口部がない場合には本号を適用除外することができる。</p>	<p>工場等外に排水を排出する排水路に係る申請ではないため、対象外</p>

第 1-1 表 流体状の放射性廃棄物の運搬用容器に係る第 39 条「廃棄物処理設備等」の適合性確認

技術基準規則	解釈	適合性確認
第 39 条 廃棄物処理設備等		
<p>3 第一項第五号の流体状の放射性廃棄物を運搬するための容器は、前項第三号に準じて流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止するように施設しなければならない。ただし、管理区域内においてのみ使用されるもの及び漏えいするおそれがない構造のものは、この限りでない。</p>	<p>1 2 第 3 項における「漏えいの拡大を防止するように施設しなければならない」とは、第 2 項第 3 号に準じて運搬容器の周辺に堰、受皿（トレイ）、吸収材を設置すること。「漏えいするおそれのない構造」とは、胴の二重容器構造やフランジ部の二重 O リング構造とすることを含む。</p>	<p>使用済樹脂移送容器トレイを設置することとしており、資料 10「流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力及び施設外への漏えい防止能力についての計算書」にて、適合性を確認する。</p>

使用済樹脂移送容器の運搬中の強度に関する評価

<評価方針>

使用済樹脂移送容器及び使用済樹脂移送容器放射線遮蔽材（以下「遮蔽材」という。）の運搬中の強度に関する評価として、十分剛な架台に、並びに架台は十分剛な運搬車両架台に取付ボルトにより支持・固定されており、以下に示す取付ボルトについて計算し、支持部に生じる応力は許容応力以下であり、支持部の健全性が保持されることを確認する。

- (1)使用済樹脂移送容器取付ボルト (2)遮蔽材取付ボルト (3)遮蔽材下部取付ボルト
(4)架台取付ボルト

<計算条件としての荷重>

○前後方向及び上下方向 最大加速度2G 左右方向 最大加速度1Gが同時に重心に働く※

※「放射性物質の自動車運搬に係る積載方法の安全性に関する技術基準の適用指針」

（平成23年3月国土交通省自動車交通局放射性物質の自動車運搬に係る固縛指針等に関する調査委員会）準用

<計算結果>

○計算の結果、取付ボルトに生じる応力はその材料の許容応力よりも小さく、十分な強度を有している。下表に計算した発生応力と許容応力を記載する。

			単位	数値	単位	数値
使用済樹脂移送容器 取付ボルト	引張	許容応力	σ_a	材料の許容応力 (SCM435)	MPa	609
		発生応力	σ_{bt}	最大引張応力	MPa	53
	せん断	許容応力	τ_a	材料の許容応力	MPa	351
		発生応力	τ_{bt}	最大せん断応力	MPa	26
遮蔽材 取付ボルト	引張	許容応力	σ_a	材料の許容応力 (SCM435)	MPa	609
		発生応力	σ_{bt}	最大引張応力	MPa	97
	せん断	許容応力	τ_a	材料の許容応力	MPa	351
		発生応力	τ_{bt}	最大せん断応力	MPa	39
遮蔽材下部取 付ボルト	引張	許容応力	σ_a	材料の許容応力 (SCM435)	MPa	609
		発生応力	σ_{bt}	最大引張応力	MPa	84
	せん断	許容応力	τ_a	材料の許容応力	MPa	351
		発生応力	τ_{bt}	最大せん断応力	MPa	42
架台 取付ボルト	引張	許容応力	σ_a	材料の許容応力 (SCM435)	MPa	609
		発生応力	σ_{bt}	最大引張応力	MPa	256
	せん断	許容応力	τ_a	材料の許容応力	MPa	351
		発生応力	τ_{bt}	最大せん断応力	MPa	163

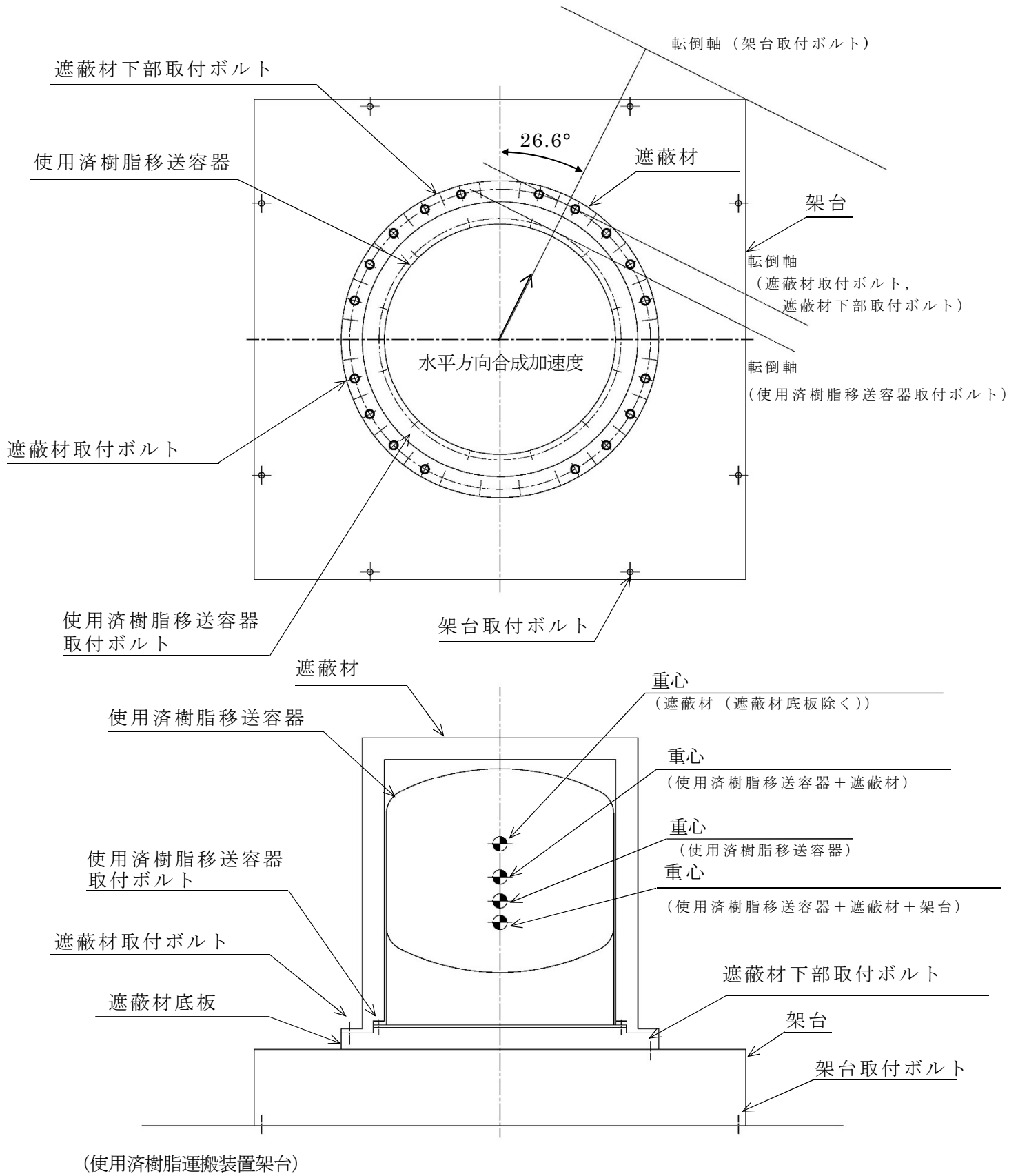


図 使用済樹脂移送容器支持部

資料1-1「放射性廃棄物運搬用容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」の概要については、以下のとおり。

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第39条第1項第5号及び第6号並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に基づき設計する使用済樹脂移送容器（以下「移送容器」という。）の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去について説明するものである。

2. 基本方針

移送容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽については、運搬用容器の遮蔽設計基準として、「工場又は事業所における核燃料物質等の運搬に関する措置に係る技術的細目等を定める告示」（昭和53年12月28日通商産業省告示第666号、最終改正平成25年6月28日原子力規制委員会告示第10号）を適用し、線量当量率について第2-1表のとおりとする。

第2-1表 遮蔽設計基準

	表面	表面から1mの距離
移送容器の放射線遮蔽材	2mSv/h 以下	100 μ Sv/h 以下

移送容器の放射線遮蔽材の放射線の熱除去については、移送容器に受け入れた使用済樹脂からの発熱による移送容器の放射線遮蔽材の温度上昇が、最も厳しい箇所についても十分小さく、遮蔽機能を維持するうえで問題とならないことを確認する。

3. 移送容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽についての計算

3.1 計算前提

3.1.1 遮蔽厚さ

移送容器の放射線遮蔽材の遮蔽厚さを第3-1表に示す。

第3-1表 遮蔽厚さ

		厚 さ (注1)
移送容器の 放射線遮蔽材	遮蔽材	<input type="text" value="104"/> (104mm (注2)) (注3)
	材 料	SS400 (注4), 鉛 (注5)

(注1) 放射線遮蔽材の外枠、充填材、内枠の合計厚さ

(注2) 公称値

(注3) 充填材の厚みは 以上

(注4) 外枠及び内枠

(注5) 充填材

3.1.2 遮蔽材密度

SS400 : 7.8g/cm³

鉛 : 11.3g/cm³

3.1.3 線源条件及び線源強度

移送容器の放射線遮蔽材の線源は、受け入れた使用済樹脂に付着した、燃料破損又は燃料棒表面汚染により発生する核分裂生成物及び構造材の腐食に起因する腐食生成物であり、線源となる核種の設定は、使用済樹脂貯蔵タンクにて長期間貯蔵されることから、長半減期核種である⁶⁰Co及び¹³⁷Csを線源として考慮する。

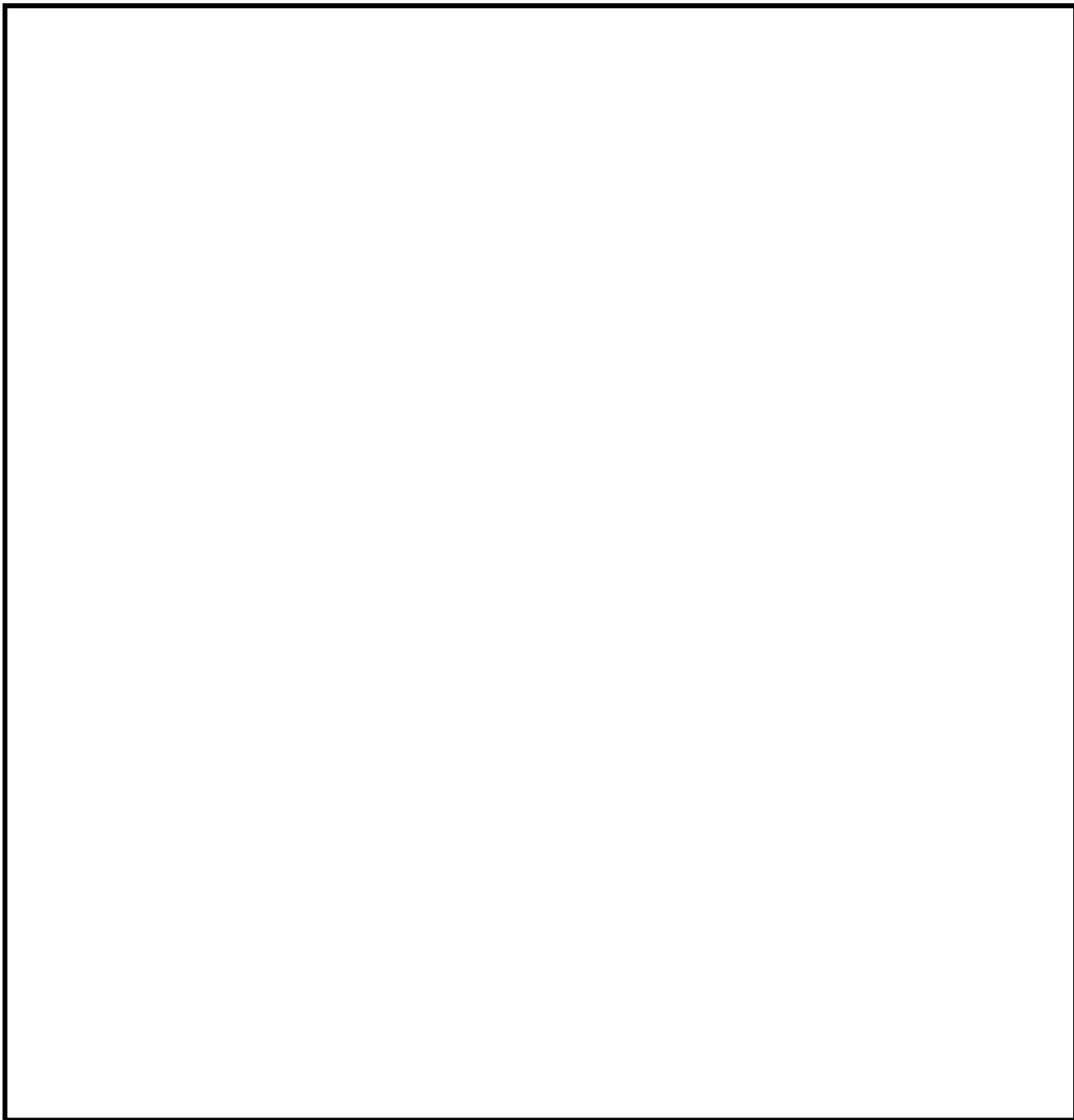
⁶⁰Co及び¹³⁷Csの線源強度は、3・4号機の使用済樹脂をサンプリングし、その放射能濃度の測定結果等に基づき、発生時点において既設1・2号機廃樹脂処理装置の使用済樹脂の放射能濃度よりも低くなることを確認している。よって、今回は保守的に既設1・2号機廃樹脂処理装置の線源強度と同一に設定する。エネルギー範囲別のガンマ線の線源強度は第3-2表に示すとおりである。



3.2 解析モデル

遮蔽解析モデルは、移送容器を円筒形状とし、移送容器及びその放射線遮蔽材を考慮する。線源形状は、移送容器の内径及び使用済樹脂最大充填量を保存した高さとする。

第3-1図に遮蔽解析モデルを示す。



第3-1図 遮蔽解析モデル

3.3 計算方法

移送容器の放射線遮蔽材の遮蔽計算は、点減衰核積分法による3次元円筒形状の遮蔽解析コードであるSPAN Ver.90mコードを用いてガンマ線量率を計算する。この計算の基本式を以下に示す。なお、SPAN Ver.90mコードの概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

$$D_{AK}(E) = K(E) \int_V \frac{S(E, r, \theta, z)}{4\pi \cdot R^2} \cdot B_E(b) \cdot e^{-b} dV$$

$$H(E) = \overline{f_x}(E) \cdot D_{AK}(E)$$

ここで、

- $D_{AK}(E)$: ガンマ線の空気カーマ率 (Gy/h)
 $H(E)$: ガンマ線の実効線量率 (Sv/h)
 E : ガンマ線のエネルギー (MeV)
 $K(E)$: ガンマ線の空気カーマ率換算係数
 ((Gy/h)/(MeV/(cm²・s)))
 R : 線源から計算点までの距離 (cm)
 $S(E, r, \theta, z)$: 位置(r, θ, z)のガンマ線の線源強度
 (MeV/(cm³・s))
 $B_E(b)$: ガンマ線のビルドアップ係数

$$B_E(b) = A \cdot e^{-\alpha_1 \cdot b} + (1-A) \cdot e^{-\alpha_2 \cdot b}$$

ここで、

A, α_1, α_2 : ビルドアップ因子 (注1)

$$b : \sum_{i=1}^n \mu_i(E) \cdot t_i$$

ここで、

$\mu_i(E)$: i番目の遮蔽体の線減衰係数 (cm⁻¹)

t_i : i番目の遮蔽体の透過距離 (cm)

$\overline{f_x}(E)$: 空気カーマから実効線量への換算係数 (Sv/Gy)

上記のうち、K(E)については、「Fundamental Aspects of Reactor Shielding」(H. Goldstein, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., U.S.A., 1959)に基づくガンマ線束から照射線量率への換算係数((mR/h)/(MeV/(cm²・s)))に照射線量から空気カーマへの換算係数(Gy/R)を乗じることでコード内で算出される値を、 $\mu_i(E)$ については、「X-ray Attenuation Coefficients

from 10 KeV to 100 MeV」 (G.W.Grodstein, NBS-583, April 1957)に基づく質量減衰係数(cm^2/g)に物質の密度(g/cm^3)を乗じることでコード内で算出される値を用いる。

(注1) 「SPAN-3; A Shield Design Program for the PHILCO-2000 Computer」

(W.H.Guilinger, N.D.Cook and P.A.Gillis, WAPD-TM-235, February 1962)

3.4 計算結果

遮蔽計算により得られた線量率を、第3-3表に示す。移送容器の放射線遮蔽材は、遮蔽設計基準を満足している。

第3-3表 線量率の計算結果

(単位 : mSv/h)

	移送容器径方向	移送容器軸方向
表面	0.17	0.19
表面から 1m の距離	0.023	0.086
遮蔽設計基準	≤ 2 (表面) ≤ 0.1 (表面から 1m の距離)	

4. 移送容器の放射線遮蔽材の放射線の熱除去についての計算

4.1 計算方法

移送容器の放射線遮蔽材の熱除去に関する設計のために、放射線による放射線遮蔽材の温度上昇を計算し、その結果が遮蔽機能上問題ないことを評価する。なお、温度上昇については、放射線遮蔽材の熱伝導率や放射線遮蔽材からの放熱は、保守的な評価条件となるように評価する。

熱除去の評価では、伝熱理論に基づいた解析手法により放射線遮蔽材の温度上昇を計算する。評価に当たっては、放射線遮蔽材中の温度上昇が最も厳しい箇所について、線量計算で求める放射線遮蔽材のガンマ線入射線束よりガンマ発熱量を求めて放射線遮蔽材の温度上昇を計算し、その結果が十分小さく、遮蔽機能を維持するうえで問題とならないことを確認する。

4.1.1 計算条件

熱除去計算では、保守側の評価として、移送容器の放射線遮蔽材の温度上昇が高くなるように以下に示す条件で計算を実施する。放射線遮蔽材のガンマ線入射線束及び発熱量を第4-1表に示す。

<計算条件>

- (1) 放射線遮蔽材に入射、吸収されたガンマ線はすべて温度上昇に寄与するものとし、外気や室内への放熱はないものとする。
- (2) 第4-1表に示すガンマ発熱量を用いて、比熱の定義($c=Q/(m \cdot \Delta T)$)を ΔT について解いた次式により温度上昇を計算する。

$$\Delta T = Q \cdot 1000 / (c \cdot \rho)$$

ここで

ΔT : 温度上昇(°C)

Q : ガンマ発熱量(kJ/cm³)

c : 放射線遮蔽材の比熱(kJ/(kg・°C))

ρ : 放射線遮蔽材の密度(g/cm³)

- (3) 放射線遮蔽材はSS400と鉛の複合材であるが、鉛に比べSS400は比熱が大きく、温度上昇は鉛単体とした場合に最大となるため、計算上は鉛単体の比熱とする。
- (4) 比熱は「伝熱工学資料 改訂第5版 (日本機械学会, 2009)」を引用する。

第4-1表 ガンマ線入射線束及びガンマ発熱量

対 象	発熱領域	ガンマ線入射線束 ^(注1) (MeV/(cm ² ・h))	ガンマ発熱量 ^(注1) (kJ/(cm ³ ・h))
使用済樹脂	放射線遮蔽材	5.4×10 ¹⁰	3.7×10 ⁻⁶

(注1) ガンマ線入射線束及びガンマ発熱量は、3章に示す遮蔽計算に基づき算出する。

4.2 計算結果

移送容器の放射線遮蔽材の温度上昇は、1時間当たり0.01℃未満であり、遮蔽機能を維持するうえで問題とならない。

<コメント No. 4>

技術基準 17 条ホースのフレキシブルホースについて、申請書上、どのように記載されているのか。要目表上にゴムと記載しているが、仕様を記載する必要がある。ホースの具体的仕様が書かれている前例もあるため、要目表に同様に記載する。また、S A、D B の記載内容比較を説明する。

<回答>

(1) 要目表の記載見直しについて

要目表については、新規制基準対応工認での先行例*を踏まえ、フレキシブルホースの構成材料に応じて材料の記載を以下の通り明確化する。

(内面ゴム層及び層間ゴム層) ニトリルゴム

(外面ゴム層) クロロプレンゴム

(補強層) ワイヤーストレッド

※例えば、タンクローリー用ホースでは、ジャケット部と内張り部に分けて記載されている。

(ジャケット部) 耐油・耐候性ゴム

(内張り部) 耐油性ゴム、合成繊維、ワイヤー

(2) 強度計算書の新規制基準工認との記載内容比較について

今回申請するフレキシブルホースは、一般産業品である JIS K 6349 (液圧用の鋼線又は繊維補強ゴムホース) 適合品を、D B クラス 3 機器として技術基準規則第 17 条への適合性をメーカー基準による評価及び試験にて確認したものである。

新規制基準工認では、同じく一般産業品の D B クラス 3 機器 (消火設備用ポンペ他) や S A クラス 3 機器 (大容量ポンプ用ホース他) を申請した先行例があるが、今回の強度計算書の記載内容は、両者の記載を比較の上、フレキシブルホースと同じ D B クラス 3 機器である消火設備用ポンペを参考としている (両者の比較の詳細は別紙参照)。

なお、S A クラス 3 機器を参考としなかったのは、技術基準規則第 55 条では使用目的・使用条件に照らして適切な一般産業品の規格基準に適合すればよいことが規定されている一方で、第 17 条では一般産業品の規格基準に係る記載がないためである。D B クラス 3 機器の場合は、適用する規格基準 (今回はメーカー基準) の第 17 条に照らした妥当性を記載する必要があるが、S A クラス 3 機器と同じ記載にした場合、第 17 条とメーカー基準の要求水準の同等性説明が抜け落ちることに繋がるため、同じ D B クラス 3 機器の消火設備用ポンペを参考にしたものである。

別紙：フレキシブルホースの強度計算書への記載内容の整理

フレキシブルホースの強度計算書への記載内容の整理

先行例 (新規制基準工認)	パターン1		パターン2		備考
	DBクラス3機器 (消火設備用ポンベ)	SAクラス3機器 (大容量ポンプ用ホース)			
考え方	次の2ステップの宣言により、強度評価なし ・適用規格基準が技術基準規則に照らして妥当であることを宣言 ・適用規格基準に適合したものを使用する設計とすることを宣言	次の2ステップの強度評価を実施 ・使用目的、使用条件に照らして適用規格基準が妥当であることを確認 ・適用規格基準への適合性を確認	—	—	—
技術基準規則第17/55条 要求	強度計算方針に記載	—※1	—	—	※1:技術基準規則第55条では、使用条件に照らして適切な一般産業品の規格基準等へ適合していればよいことを規定
強度計算書への記載	強度計算方針に記載 (技術基準規則の要求水準との同等性を説明)	強度計算書に記載 (使用目的・条件に対する妥当性を説明)	強度計算書に記載※3 (使用時の最高使用圧力・温度が適用規格基準内であることを説明)	—	—
適用規格基準への適合性	—※2	—	—	—	※2:規格基準に適合したものを使用する設計とするため、強度評価書なし ※3:適用規格基準で規定される試験方法の記載は耐圧試験のみ
フレキシブルホース(DBクラス3機器)の整理	○※4	—	—	—	※4:DBクラス3機器であり、適用規格基準(メーカ基準)の技術基準規則との同等性の説明が必要のため、パターン1の整理を適用

添付1:先行例(DBクラス3機器)の強度計算書抜粋
 添付2:先行例(SAクラス3機器)の強度計算書抜粋
 添付3:フレキシブルホース(DBクラス3機器)の強度計算書抜粋

<高浜 1 号機 新規基準工認 資料 14-1-3 クラス 3 機器の強度計算の基本方針 (抜粋)>

2.2 クラス 3 機器のうち消火設備用ポンベ及び消火器の構造及び強度

技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス 3 容器の材料、構造及び強度の規定と、消火設備用ポンベ及び消火器に適用する高圧ガス保安法及び消防法の規定を比較し同等の水準であることを以下のとおり確認する。

(1) 技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号の要求事項

a. 材料

- ・クラス 3 容器に使用する材料が、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。
- ・工学的安全施設に属するクラス 3 容器に使用する材料にあっては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。(火災防護設備は工学的安全施設に該当しないため対象外)

b. 構造及び強度

- ・設計上定める条件において全体的な変形を弾性域に抑えること。
- ・クラス 3 容器に属する伸縮継手において、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。(消火設備用ポンベ及び消火器に対して伸縮継手を使用していないため対象外)
- ・設計上定める条件において、座屈が生じないこと。(消火設備用ポンベ及び消火器の外面には圧力が加わらないことから対象外)

c. 主要な耐圧部の溶接部

主要な耐圧部の溶接部について、不連続で特異な形状でないものであること等が規定されている。(主要な耐圧部の溶接部は、機器のうち容器及び管を対象とし、施設の安全上の重要度、圧力、口径等から技術基準規則の解釈に定められており、火災防護設備については、外径150mm以上の管が「主要な耐圧部の溶接部」に該当し、容器については該当しないため対象外)

(2) 技術基準規則第17条と高圧ガス保安法の規定の比較

a. 材料

技術基準規則第17条では、圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用することが要求されている。

一方、高圧ガス保安法では、容器について、充てんする高圧ガスの種類、充てん圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造することが要求されており、考慮する使用条件は以下のとおり同等であることから、材料に対して要求する水準は同等である。

(圧力)

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を条件としており、高圧ガス保安法における、ポンペ内部に受ける最高の圧力である「充てん圧力」と同等である。

(温度)

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において、最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を条件としており、高圧ガス保安法における、「使用温度」として規定している温度の上限値と同等である。

(荷重)

技術基準規則第17条の要求を満たす仕様規定であるJSMEのクラス3容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。消火設備用ポンペに対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、高圧ガス保安法も充てん圧力を規定していることから、想定する荷重は同等である。

(その他の使用条件)

技術基準規則第17条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが要求されており、具体的な使用可能材料がJSMEに規定されている。

一方、高圧ガス保安法では、ポンペの材料選定として、充てんする高圧ガスの種類等、使用される環境に応じた適切な材料を選定するよう規定していることから、技術基準規則第17条において考慮すべき「その他の使用条件」と同等である。

b. 構造及び強度

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において全体的な変形を弾性域に抑えることが要求されている。

一方、高圧ガス保安法では、「溶接容器（ハロンボンベ）及び一般継目なし容器（二酸化炭素ボンベ）の必要肉厚を材料の許容応力より算出すること」が要求されており、材料の降伏点を越えることのないよう許容応力を規定していることから、要求する水準は同等である。

上述のa. 項及びb. 項より、技術基準規則第17条と高圧ガス保安法の材料、構造及び強度の規定の水準は同等であることから、火災防護設備として使用する消火設備用ボンベについては、高圧ガス保安法の材料、構造及び強度に関する要求に適合することにより、技術基準規則第17条の要求に照らして十分な保安水準の確保が可能であるため、高圧ガス保安法に適合したものを使用する設計とする。

(3) 技術基準規則第17条と消防法の規定の比較

a. 材料

技術基準規則第17条では、圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用することが要求されている。

一方、消防法では、容器について耐食性及び耐久性を有する良質の材料を用いた堅ろうな材料を使用すること並びに腐食試験等においてさび等の異常を生じないことが要求されており、考慮する使用条件は以下のとおり同等であることから、材料に対して要求する水準は同等である。

(圧力)

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を条件としており、消防法における、消火器内部に受ける最高の圧力である「調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限值」と同等である。

(温度)

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において、最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を条件としており、消防法における、「使用温度範囲」として規定している最高温度と同等である。

(荷重)

技術基準規則第17条の要求を満たす仕様規定であるJSMEのクラス3容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。消火器に対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、消防法も使用圧力等を規定していることから、想定する荷重は同等である。

(その他の使用条件)

技術基準規則第17条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが要求されており、具体的な使用可能材料がJSMEに規定されている。

一方、消防法では、消火器の材料選定として、充てんした消火剤に接触する部分をその消火剤に侵されない材料で造ることが規定されており、技術基準規則第17条において考慮すべき「その他の使用条件」と同等である。

b. 構造及び強度

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において全体的な変形を弾性域に抑えることが要求されている。

一方、消防法では、使用材料に応じた消火器の本体容器の板厚を規定しており、消火器内部に受ける最高の圧力（調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限值）を超える圧力（設計上定める最高の圧力の1.3から2.0倍）で耐圧試験を実施し、強度上支障のある永久ひずみ（円筒部分にあつては、円周長の0.5パーセント以上の永久ひずみ）を生じないことが要求されている。これは、設計上定める条件に対して十分な裕度を持って、全体的な変形を弾性域に抑えることができる水準であることから、要求する水準は同等である。

上述のa. 項及びb. 項より、技術基準規則第17条と消防法の材料、構造及び強度の規定の水準は同等であることから、火災防護設備として使用する消火器については、消防法の材料、構造及び強度に関する要求に適合することにより、技術基準規則第17条の要求に照らして十分な保安水準の確保が可能であるため、消防法に適合したものを
使用する設計とする。

<高浜 1 号機 新規制基準工認 資料 14-2-5 クラス 3 容器の強度評価方法 (抜粋)>

1. 概要

本資料は、資料14-1-3「クラス 3 機器の強度計算の基本方針」に基づき、クラス 3 容器（ハロン消火設備及び二酸化炭素消火設備の容器（ボンベ）（以下「消火設備用ボンベ」という）及び消火器除く。）が十分な強度を有することを確認するための方法について説明するものであり、クラス 3 容器の強度評価方法により構成する。なお、消火設備用ボンベ及び消火器については、資料14-1-3「クラス 3 機器の強度計算の基本方針」に示すとおり、高圧ガス保安法又は消防法に適合したものをを使用することとする。

<高浜 1 号機 新規制基準工認 資料 1 4-3-5 クラス 3 容器の強度計算書 (抜粋)>

目 次

	頁
1. その他発電用原子炉の附属施設 (火災防護設備) の クラス 3 容器の強度評価書	1u-添14-3-5-1
(1) 燃料取替用水タンクの強度評価書	1u-添14-3-5-2
(2) 内部スプレクーラの強度評価書	1u-添14-3-5-4
⇒ 消火設備用ポンペ・消火器の強度評価書なし	

<高浜 1 号機 新規制基準工認 資料 1 4 - 1 - 7 重大事故等クラス 3 機器の強度評価の基本方針 (抜粋) >

2.2 重大事故等クラス 3 機器のうち完成品の構造及び強度

完成品は、一般産業品の規格及び基準への適合性を確認することにより材料及び構造の要求を満たしていると評価することから、適用される規格及び基準を、その規格基準に応じて、「法令^(注1)又は公的な規格^(注2)」、「メーカー規格及び基準」の2つの区分に分類し、適用される規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度を確認する。

内燃機関を有する可搬型ポンプに附属する燃料タンク、非常用発電装置（可搬型）に附属する燃料タンク及び冷却水ポンプについては、可搬型ポンプ及び非常用発電装置（可搬型）が燃料タンク等を含む一体構造品の完成品として製作されているため、内燃機関を有する可搬型ポンプ又は非常用発電装置（可搬型）が一般産業品の規格及び基準へ適合していることを確認することで、それらの附属機器である燃料タンク又は冷却水ポンプが重大事故等時の使用条件に対する強度を有することを確認する。

(注1) 例えば、高圧ガス保安法に基づく容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則。

(注2) 例えば、日本工業規格等。

<高浜1号機 新規制基準工認 資料14-2-15 重大事故等クラス3機器の強度評価方法(抜粋)>

2.2 重大事故等クラス3機器のうち完成品の強度評価方法

重大事故等クラス3機器のうち完成品の材料、構造及び強度が、一般産業品の規格及び基準のいずれかに適合していることの確認については、以下のとおり、適用される規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認により行う。

内燃機関を有する可搬型ポンプに附属する燃料タンク、非常用発電装置(可搬型)に附属する燃料タンク及び冷却水ポンプについては、可搬型ポンプ及び非常用発電装置(可搬型)が燃料タンク等を含む一体構造品の完成品として一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認する。また、非常用発電装置(可搬型)の一般産業品の規格及び基準への適合性の確認については、対象とする完成品が発電装置であり、「可搬型発電設備技術基準(NEGA C331:2005)」を準用していることを資料40「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」において確認していることを踏まえ、発電装置として使用条件に対する強度の確認を実施する。

(1) 法令又は公的な規格への適合性確認

- (a) 対象とする機器の使用目的、使用環境と法令又は公的な規格の使用目的、想定している適用環境を比較し、適用される規格及び基準が妥当であることを確認する。
- (b-1) 法令又は公的な規格に基づく機器に適切な材料が使用され、十分な強度を有する設計であることを、以下の項目により確認する。
 - イ. 対象とする機器の材料が、適用される法令又は公的な規格に基づいた材料であること。
 - ロ. 対象とする機器の最高使用圧力及び最高使用温度がメーカー仕様の範囲内であること。
 - ハ. 適用される法令又は公的な規格で定められている試験に合格していること。

(2) メーカー規格及び基準への適合性確認

(a) 対象とする機器の使用目的、使用環境とメーカー規格及び基準の使用目的、想定している使用環境を比較し、適用される規格及び基準が妥当であることを確認する。

(b-2) 非常用発電装置（可搬型）を除くメーカー規格及び基準に基づく機器に適切な材料が使用され、十分な強度を有する設計であることを、以下の項目により確認する。

イ. 対象とする機器の材料が、以下のいずれかに該当すること。

- ・ JSMEのクラス3機器に使用可能とされている材料と同種類であること。
- ・ 機器と同様の用途の機器について規定している法令又は公的な規格で使用可能とされている材料と同種類であること。
- ・ 日本工業規格等に規定されている材料と同種類であって、対象とする機器の使用環境を踏まえた強度が確保できる材料であること。

ロ. 対象とする機器の最高使用圧力及び最高使用温度がメーカー仕様の範囲内であること。

ハ. 法令又は公的な規格、JSME等で定められている試験と、試験条件が同等である試験に合格していること。

(b-3) 非常用発電装置（可搬型）が使用条件に対して十分な強度を有する設計であることを、以下の項目により確認する。

イ. 「電気規格調査会標準規格 JEC-2130-2000」（以下「JEC-2130-2000」という）に基づいた温度試験により、対象とする非常用発電装置（可搬型）の定格負荷状態における最高使用温度が、メーカー許容値の範囲内であること。

ロ. 対象とする非常用発電装置（可搬型）の容量がメーカー仕様の範囲内であること。

＜高圧1号機 新規制基準工認 資料 14-3-15 重大事故等クラス3機器の強度計算書（抜粋）＞

a. メーカー規格及び基準への適合性確認結果（大容量ポンプ入口ライン放水砲用 ポース（1・2号機共用））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
ホース	大容量ポンプ（放水砲用）（1・2号機共用）に送水するホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋外で海水を送水する。	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

（注）重大事故等時における使用時の値

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
250 スーパ ラインAA	消防用のホースであり、火災等の災害時に被害を軽減するための吸水ホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	耐圧試験（試験圧力： <input type="text"/> MPa、試験保持時間： <input type="text"/> 分間）を実施

III. 確認項目

(a) 規格及び基準が妥当であることとの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは、重大事故等時に海水を屋外で送水するためのホースである。一方、本メーカー規格及び基準は、消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、屋内外での淡水又は海水の送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は、本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

当該ホースの型式については、「消防用ホースに係る基準の特例について」に基づいた適切な材料が使用されていることを検査成績書等の結果により確認できる。

当該ホースの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様書の範囲内であり、「消防法」に基づく「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」、「消防用ホースに係る基準の特例について」及び「消防用ホースの検査細則」で規定されている耐圧試験（試験圧力： MPa、試験保持時間：分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから、

当該ホースは要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえ、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

<高浜3号機 今回申請書 資料7-1-1 クラス3機器の強度計算の基本方針(抜粋)>

2. クラス3機器の強度計算の基本方針

クラス3機器の材料及び構造については、技術基準規則第17条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「技術基準規則の解釈」という。）第17条10において、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））<第I編 軽水炉規格>JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「JSME 2005/2007」という。）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）<第I編 軽水炉規格>JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME」という。）及び「発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版）JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「材料規格」という。）によることとされている。同解釈において規定されているJSME 2005/2007並びにJSME及び材料規格は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、クラス3機器（フレキシブルホースを除く。）の評価は、JSME及び材料規格による評価を実施する。管継手については、JSME PPD-3415に適合するものを使用する設計とし、管と管を接続する場合は、JSME PPD-3430に適合するものを使用する設計とする。

クラス3機器（フレキシブルホースを除く。）の材料については、材料規格に規定されている材料を使用する設計とする。

また、技術基準規則の解釈の冒頭において「技術基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、技術基準規則に適合するものと判断する。」ことが規定されている。

よって、クラス3機器のうちフレキシブルホースについては、技術基準規則の解釈で引用されるJSME及び材料規格に規定される材料によらないことから、技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス3管の材料、構造及び強度の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠を確認したものを使用する設計とする。

なお、クラス3機器の設計仕様となる最高使用温度等の数値の根拠については、資料2「設備別記載事項の設定根拠に関する説明書」による。

2.1 クラス3機器のうちフレキシブルホースの材料、構造及び強度

技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス3管の材料、構造及び強度の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠を以下のとおり確認する。

(1) 技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス3管への適合性

a. 材料

技術基準規則第17条において、材料の要求は、クラス3機器に使用する材料が、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること並びに工学的安全施設に属するクラス3機器に使用する材料にあっては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであることが要求されている。

フレキシブルホースの材料は、メーカー基準による評価及び試験にて、フレキシブルホースが十分な強度及び耐久性を有していることを、以下のとおり、確認していること並びに当該フレキシブルホースは工学的安全施設に該当しないことから、技術基準規則第17条クラス3管の規定を満足している。

(圧力)

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を条件としており、メーカー基準による評価及び試験にて、フレキシブルホースの耐圧強度が「最高使用圧力」を上回ることを確認している。

(温度)

技術基準規則第17条では、設計上定める条件において、機器に生ずる最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を条件としており、メーカー基準による試験にて、フレキシブルホースの使用可能な温度が「最高使用温度」を上回ることを確認している。

(荷重)

設計において考慮される荷重は自重及び圧力であり、メーカー基準による評価及び試験にて、これらの荷重に対してフレキシブルホースが十分な強度を有していることを確認している。

(その他使用条件)

技術基準規則第17条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが要求されており、メーカー基準による評価及び試験にて、フレキシブルホースが十分な強度及び耐久性を有していることを確認している。

b. 構造及び強度

技術基準規則第17条において、構造及び強度の要求は、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること、クラス3管に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと及び設計上定める条件において、座屈が生じないことが要求されている。

フレキシブルホースの構造及び強度は、フレキシブルホースの主要材料がゴムであり、金属と比較しヤング率が小さく、弾性に優れた材料であることから、全体的な変形は弾性域に抑えられるとともに、その材料特性から疲労破壊及び座屈を考慮する必要はないため、技術基準規則第17条クラス3管の規定を満足している。

c. 主要な耐圧部の溶接部

技術基準規則第17条において、主要な耐圧部の溶接部について、不連続で特異な形状でないものであること等が要求されているが、フレキシブルホースには、主要な耐圧部の溶接部に該当する溶接部がないことから、本要求の対象外である。

上述のa. 項及びb. 項より、フレキシブルホースについては、技術基準規則のクラス3管の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があることから、技術基準規則第17条に適合している。