

スラリー安定化処理設備の適用法令について

2023年1月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 福島第一原子力発電所は、特定原子力施設として原子力規制委員会が示す、『特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について（以下：措置を講ずべき事項）』に則り設備設計する事としている。
- その上で、スラリー安定化処理設備の閉じ込め機能等については、『使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則』を参考とした設計とすることで検討を進めている。
- 『使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則』の解釈やスラリー安定化処理設備には、対象外の項目について、次頁以降にて整理する。
- 本資料は、当該規則の解釈について双方の認識を確認するものである。

【使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の当社解釈】

<常時負圧>

- 通常時及び空調系等のメンテナンス時においても負圧を保つ必要があると解釈し、電源を二重化とする設計とする。

<使用前検査対象施設>

- 使用前検査対象施設とは、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」第四十一条（使用前検査等を要する核燃料物質）に該当する核燃料物質が対象であるが、スラリー安定化処理設備は対象外として設計する。

<使用施設等>

- 使用施設等とは、使用施設・貯蔵施設・廃棄施設を指し、スラリー安定化処理設備は、使用施設と同様の設計とする。

2. 常時負圧の当社解釈

規則	規則の解釈	当社の解釈
<p>第二条</p> <p>使用施設等は、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものでなければならない。</p>	<p>1 略</p> <p>2 使用施設等について、第2条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは以下の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一～七 略</p> <p>八 上記一から七までの規定に加え、プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料、高レベル放射性廃棄物及び六フッ化ウランを取り扱う使用施設においては、以下の各号に掲げる設計上の対策が講じられていること。</p> <p>② プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器、核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器、セル等並びにこれらを収納する構築物は、以下の事項を満足する排気系統を有すること。</p> <p>a) 排気系統は、放射性物質の漏えいを防止できる設計であり、かつ、逆流を防止できる設計であること。</p> <p>b) プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器、核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器、セル等並びにこれらを収納する構築物は、原則として、換気機能により常時負圧に保たれていること。また、それぞれの気圧は、原則として、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くすること。</p> <p>c) 排気系統には、フィルタ、洗浄塔等の放射性物質を除去するための系統及び機器が適切に設けられていること。</p> <p>③ 六フッ化ウランを取り扱う設備であって、六フッ化ウランが著しく漏えいするおそれがあるものは、漏えいの拡大を適切に防止し得る構造であること。</p>	<p>本条文の中では、本施設にて取扱う物質を高レベル放射性廃棄物・高レベル放射性液体廃棄物に該当するものとして整理。</p> <p>② b)について、「原則として、換気機能により常時負圧に保たれていること」の「常時」とは、通常時及び空調系等のメンテナンス時においても負圧を保つ必要があると解釈し、電源の二重化を行う。</p> <p>また、電源喪失時において、負圧維持せずとも敷地境界における公衆への被ばく線量は低く、安全機能の確保を必要とする設備には該当していないと整理。</p> <p>措置を講ずべき事項においても上記対応が適切と考えている。</p>

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第四条（火災等による損傷の防止）</p> <p>1 使用施設等は火災又は爆発によりその安全性が損なわれないよう、火災及び爆発の発生を防止することができ、かつ、火災及び爆発の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p> <p>2 使用前検査対象施設には、火災又は爆発によりその安全性が損なわれないよう、前項に定めるもののほか、消火を行う設備（次項において「消火設備」という。）及び早期に火災発生を感知する設備を設けなければならない。</p> <p>3 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても安全上重要な施設の安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第七条（核燃料物質の臨界防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、核的に安全な形状寸法にすることその他の適切な措置を講じたものでなければならない。</p>	
<p>第八条（使用前検査対象施設の地盤）</p> <p>使用前検査対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（安全機能を有する使用前検査対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下この条及び次条において「耐震重要施設」という。）にあっては、同条第三項の地震力を含む。）が作用した場合においても当該使用前検査対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。</p> <p>2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。</p> <p>3 耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。</p>	

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第九条（地震による損傷の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</p> <p>2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある使用前検査対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。</p> <p>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p> <p>4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第十条（津波による損傷の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、その供用中に当該使用前検査対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第十一条（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）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>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計評価事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>3 使用前検査対象施設は、工場等内又はその周辺において想定される使用前検査対象施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第十二条（使用前検査対象施設への人の不法な侵入等の防止）</p> <p>使用前検査対象施設が設置される工場等には、使用前検査対象施設への人の不法な侵入、使用前検査対象施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれることを防止するための設備を設けなければならない。</p> <p>2 使用前検査対象施設が設置される工場等には、必要に応じて、不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。）を防止するための設備を設けなければならない。</p>	

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第十三条（溢水による損傷の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、その施設内における溢いつ水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>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第十四条（化学薬品の漏えいによる損傷の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、その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>第十五条（飛散物による損傷の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、その施設内の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	
<p>第十六条（重要度に応じた安全機能の確保）</p> <p>使用前検査対象施設は、その安全機能の重要度に応じて、その機能が確保されたものでなければならない。</p> <p>2 安全上重要な施設は、機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。）が発生した場合においてもその機能を損なわないものでなければならない。</p>	

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第十七条（環境条件を考慮した設計）</p> <p>使用前検査対象施設は、通常時及び設計評価事故時に想定される全ての環境条件において、安全機能を発揮することができるものでなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第十八条（検査等を考慮した設計）</p> <p>使用前検査対象施設は、当該使用前検査対象施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。</p>	
<p>第十九条（使用前検査対象施設の共用）</p> <p>使用前検査対象施設は、他の原子力施設又は同一の工場等内の他の使用施設等と共用する場合には、使用前検査対象施設の安全性を損なわないものでなければならない。</p>	
<p>第二十条（誤操作の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 安全上重要な施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p>	

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第二十一条（安全避難通路等）</p> <p>使用前検査対象施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路 二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明 三 設計評価事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源 	<p>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第二十二条（設計評価事故時の放射線障害の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、設計評価事故時において、周辺監視区域の外の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。</p>	
<p>第二十六条（監視設備）</p> <p>使用前検査対象施設には、必要に応じて、通常時及び設計評価事故時において、当該使用前検査対象施設及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を監視し、及び測定し、並びに設計評価事故時における迅速な対応のために必要な情報を適切な場所に表示できる設備を設けなければならない。</p>	

3. 使用前検査対象施設の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第二十七条（非常用電源設備）</p> <p>使用前検査対象施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、監視設備その他当該使用前検査対象施設の安全機能を確認するために必要な設備を使用することができるように、必要に応じて非常用電源設備を設けなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、使用前検査対象施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>
<p>第二十八条（通信連絡設備等）</p> <p>使用前検査対象施設が設置される工場等には、設計評価事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置及び通信連絡設備を設けなければならない。</p> <p>2 使用前検査対象施設が設置される工場等には、設計評価事故が発生した場合においてその施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、専用通信回線を設けなければならない。</p> <p>3 専用通信回線は、必要に応じて多様性を確保するものでなければならない。</p>	
<p>第二十九条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）</p> <p>使用前検査対象施設は、発生頻度が設計評価事故より低い事故であって、当該使用前検査対象施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合において、当該事故の拡大を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。</p>	

4. 使用施設等の当社解釈

規則	当社の解釈
<p>第二十三条（貯蔵施設）</p> <p>貯蔵施設には、次に掲げるところにより、核燃料物質を貯蔵するための施設又は設備を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none">一 核燃料物質を貯蔵するために必要な容量を有するものであること。二 核燃料物質を搬出入する場合その他特に必要がある場合を除き、施錠又は立入制限の措置を講じたものであること。三 標識を設けるものであること。 <p>2 貯蔵施設には、核燃料物質を冷却する必要がある場合には、冷却するために必要な設備を設けなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、貯蔵施設に該当しない。</p> <p>その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>

規則	当社の解釈
<p>第二十四条（廃棄施設）</p> <p>廃棄施設には、次に掲げるところにより、放射性廃棄物进行处理するための施設又は設備を設けなければならない。</p> <p>一 管理区域内の人が常時立ち入る場所及び周辺監視区域の外の空気中の放射性物質の濃度を低減できるよう、使用施設等において発生する放射性廃棄物进行处理する能力を有するものであること。ただし、空気中に放射性物質が飛散するおそれのないときは、この限りでない。</p> <p>二 周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を低減できるよう、使用施設等において発生する放射性廃棄物进行处理する能力を有するものであること。</p> <p>2 廃棄施設には、放射性廃棄物を保管廃棄する場合は、次に掲げるところにより、保管廃棄施設を設けなければならない。</p> <p>一 放射性廃棄物を保管廃棄するために必要な容量を有するものであること。</p> <p>二 外部と区画されたものであること。</p> <p>三 放射性廃棄物を冷却する必要がある場合には、冷却するために必要な設備を設けるものであること。</p> <p>四 放射性廃棄物を搬出入する場合その他特に必要がある場合を除き、施錠又は立入制限の措置を講じたものであること。</p> <p>3 放射性廃棄物进行处理するための施設又は設備には、標識を設けなければならない。</p>	<p>スラリー安定化処理設備は、廃棄施設に該当しない。その為、措置を講ずべき事項に則り設備設計を行う。</p>

【①地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく影響】

	スラリー安定化処理設備	廃スラッジ回収設備
耐震クラス	・地震により安全機能（遮蔽機能・閉じ込め機能）を失った際の公衆被ばく影響が、1週間（7日間）継続した際の公衆被ばく評価を実施。	
	<input type="checkbox"/> 直接・スカイシャイン線量 : 0.02mSv (暫定値) <input type="checkbox"/> 大気拡散による被ばく線量 : 0.76mSv(暫定値) <input type="checkbox"/> 公衆被ばく線量(上記合計) : 0.78 mSv(暫定値) 50μSv < 公衆被ばく線量 ≤ 5mSv 耐震クラス分類は、『B』が適当。	直接・スカイシャイン線量 : 0.08mSv(暫定値) <input type="checkbox"/> 大気拡散による被ばく線量 : 0.32mSv(暫定値) <input type="checkbox"/> 公衆被ばく線量(上記合計) : 0.40 mSv(暫定値) 50μSv < 公衆被ばく線量 ≤ 5mSv 耐震クラス分類は、『B』が適当。
	・当該設備の共用期間は、『長期的』に使用することを見込んでいる。	・当該設備の共用期間は、『短期的』に使用することを見込んでいる。
	・上記より当該設備の耐震クラス分類は、『B+』が適当であると考える。	・上記より当該設備の耐震クラス分類は、『B』が適当であると考える。

【公衆被ばく線量評価】

	スラリー安定化処理設備	廃スラッジ回収設備
安全機能を有する設備	<p>公衆被ばく評価は、以下の条件にて評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直接線・スカイシャイン線、大気拡散何れの評価についても、評価値が保守側となるよう適切に評価点・評価条件を設定する。 ・建屋ならびに機器の安全機能（遮蔽機能・閉じ込め機能）が喪失し、放射性物質が漏えいする事故シナリオを想定する。 ・公衆被ばく評価値は以下の値を合算して算出する。なお、実際には建屋ならびに機器による安全機能（遮蔽機能・閉じ込め機能）が期待できるため、公衆被ばく評価値は低減すると考える。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 直接線・スカイシャイン線による公衆被ばく評価（MCNPによる） 2. 大気拡散による公衆被ばく評価 <ol style="list-style-type: none"> 2-1. クラウドシャインによる外部被ばく 2-2. グランドシャインによる外部被ばく 2-3. クラウドの吸入による内部被ばく <ul style="list-style-type: none"> ・大気拡散による公衆被ばく評価では、安全機能（遮蔽機能・閉じ込め機能）喪失した状態が継続した場合の気中移行の影響についても評価を行う。 	

【その他設備の耐震クラス設定について】

- スラリー安定化処理設備の安全機能（遮蔽機能・閉じ込め機能）については、前述までの評価で耐震クラス『B+』と設定している。その他設備の耐震クラス設定については、建屋・機器が健全な状況で機能喪失した場合の公衆被ばく線量により設定する。

設備名称	耐震上の安全機能	耐震クラス	当該設備が機能喪失した場合の公衆被ばく線量（7日間）
建屋・機器	<ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽機能 ・閉じ込め機能 	B+	評価内容（1頁参照） 耐震クラス分類は、『B』とする。 長期的に使用することから『B+』とする。
換気空調設備 (隔離ダンパ含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・閉じ込め機能 ・隔離機能 	C	<input type="checkbox"/> 直接・スカイシャイン線量：－ <input type="checkbox"/> 大気拡散による被ばく線量：2 μ Sv(暫定値) <input type="checkbox"/> 公衆被ばく線量(上記合計)：2 μ Sv(暫定値) 公衆被ばく線量 < 50 μ Sv 耐震クラス分類は、『C』とする。
電源・計装設備	<ul style="list-style-type: none"> ・電源供給 	C	同上。 耐震クラス分類は、『C』とする。
その他、安全機能に関わらない設備	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮空気供給 ・ろ過水供給 	C	安全機能に関わらない設備。 耐震クラス分類は、『C』とする。

- 換気空調設備停止時について、公衆被ばくの影響評価を以下の手順にて行う。
- 換気空調設備の給気・排気ファンが停止する事象を想定する。この際、管理エリア・取扱エリアの空气中放射性物質のうち、 $1/10^{*1}$ が屋外へ放出されることを想定する。また、建屋内は無風の状態となるため、経時的に空气中へ移行する放射性物質は考慮しない。
- 当該事象により放出される放射性物質量を算出（20頁参照）し、これを当該設備の機器・建屋等の全バウンダリが消失した場合に放出される放射性物質量及び公衆被ばく線量と比較し、当該事象による公衆被ばく線量を求める。
- 当該事象により放出される放射性物質量の算出方針は以下の通り。
 - 取扱エリアについて、空气中放射性物質量を評価する。管理エリアについては、放射性物質を露出した状態としないこと、換気空調系又は電源設備停止直前までは取扱エリアを負圧管理することから値は微小であるため評価しない。
 - 取扱エリアのうち、シュート部の空气中放射性物質濃度は、スラリー安定化処理設備はフィルタープレス機、廃スラッジ回収設備は遠心分離機による脱水物を下方の保管容器へ自由落下させる際の評価値を用いる。この値は瞬時値であり、実際には換気空調系により濃度は低減する。
 - 取扱エリアのうち、その他の機器は移送・脱水を行うのみであり、自由落下のようなダスト飛散の恐れが高い工程は無いことから、その他の機器からのダスト飛散は脱水物の自由落下に代表されるものとして考慮しない。

※1 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7