

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2022年3月4日
管理表No.	0209-81 改訂00

項目	コメント内容
外部火災 (第9条)	<ul style="list-style-type: none"> ・別添 I P23(PDF30)の金属キャスクに対する影響評価において、事業変更許可添付6-1-69では、「燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度上昇を考慮しても金属キャスクの基本的安全機能を損なわない設計とする」とあり、設工認の申請書は説明不足と考える。考え方を説明すること。 ・添付7-4-5-2(PDF2136～)において、対象部位を「金属キャスクの各部」としているが、事業変更許可では「燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材」なので、評価の範囲を明確に記載すること（評価自体は、被覆管が入っているので問題ないと考えるが、許可の約束事項との整合性を明確にして説明すること）。

(回 答)

事業（変更）許可に記載のとおり、燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度上昇を考慮した評価を実施していることから、事業（変更）許可の記載との整合性を図り、以下のとおり修正することとする。

- ・基本設計方針
別紙1のとおり。
- ・添付7-4-3 外部火災防護に関する許容温度及び設定根拠
別紙2のとおり。
- ・添付7-4-4 外部火災防護における評価方針
別紙3のとおり。
- ・添付7-4-5-2 外部火災に対する金属キャスクの影響評価
別紙4のとおり。

以 上

変更前後比較表（基本設計方針）

変更前	変更後	備考
<p>1.7.1.3 外部火災による損傷の防止</p> <p>(2) 使用済燃料貯蔵施設敷地内の火災源に対する設計方針 (略)</p> <p>外部事象防護施設である使用済燃料貯蔵建屋の評価条件を以下のように設定し、評価する。(略)</p> <p>また、外部事象防護施設である金属キャスクについては、火災の影響を評価し、金属キャスクの許容温度を満足する設計とする。</p> <p>(略)</p> <ul style="list-style-type: none"> 外部火災により発生した熱気流の侵入による金属キャスクへの影響については、各々の火災において影響が最も厳しい条件となる火災源を選定し、使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度上昇量を算出し、金属キャスクへの影響を評価する。また、火災の影響により金属キャスクが断熱状態になることを仮定し、各々の火災において最も燃焼継続時間が長くなる火災源を選定し金属キャスクの温度上昇量を求め評価する。 	<p>1.7.1.3 外部火災による損傷の防止</p> <p>(2) 使用済燃料貯蔵施設敷地内の火災源に対する設計方針 (略)</p> <p>外部事象防護施設である使用済燃料貯蔵建屋の評価条件を以下のように設定し、評価する。(略)</p> <p>また、外部事象防護施設である金属キャスクについては、火災の影響を評価し、火災の影響を評価し、<u>燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材</u>の許容温度を満足する設計とする。</p> <p>(略)</p> <ul style="list-style-type: none"> 外部火災により発生した熱気流の侵入による金属キャスクへの影響については、各々の火災において影響が最も厳しい条件となる火災源を選定し、使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度上昇量を算出し、<u>燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材</u>への影響を評価する。また、火災の影響により金属キャスクが断熱状態になることを仮定し、各々の火災において最も燃焼継続時間が長くなる火災源を選定し金属キャスクの温度上昇量を求め<u>燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材への影響</u>を評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> 許可整合の観点で評価対象を明確化 許可整合の観点で評価対象を明確化 許可整合の観点で評価対象を明確化

変更前後比較表 (添付 7-4-3 外部火災防護に関する許容温度及び設定根拠)

変更前	変更後	備考																														
<p>2.2 金属キャスク</p> <p>金属キャスクの外部火災の影響評価においては、貯蔵建屋内雰囲気温度及び空気の流れの変化による金属キャスクの温度上昇量を評価する。金属キャスク 各部の許容温度及びその設定根拠を第3-1表に示す。金属キャスクの 各部の温度が許容温度を下回ることを確認することで、金属キャスクの基本的安全機能は確保される。</p> <p>第3-1表 金属キャスク 各部の許容温度及び設定根拠</p> <table border="1" data-bbox="105 759 954 1217"> <thead> <tr> <th>金属キャスク部位</th> <th>許容温度 (°C)</th> <th>設定根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>胴, 外筒, 蓋</td> <td>350</td> <td>日本機械学会(JSME) 設計・建設規格で定めている温度範囲の上限値を評価基準値として設定。</td> </tr> <tr> <td>中性子遮蔽材</td> <td>150</td> <td>樹脂開発メーカーの技術資料, 文献を参考に遮蔽性能の健全性が維持される評価基準値として設定。</td> </tr> <tr> <td>金属ガスケット</td> <td>130</td> <td>金属ガスケットの長期健全性に関する文献から, 長期間の閉じ込め機能が維持できる値として設定。</td> </tr> <tr> <td>燃料被覆管</td> <td>300</td> <td>貯蔵期間中の健全性を維持する観点から, 燃料被覆管の累積クリープ量が 1 %を超えない温度, 照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度として設定。</td> </tr> </tbody> </table>	金属キャスク部位	許容温度 (°C)	設定根拠	胴, 外筒, 蓋	350	日本機械学会(JSME) 設計・建設規格で定めている温度範囲の上限値を評価基準値として設定。	中性子遮蔽材	150	樹脂開発メーカーの技術資料, 文献を参考に遮蔽性能の健全性が維持される評価基準値として設定。	金属ガスケット	130	金属ガスケットの長期健全性に関する文献から, 長期間の閉じ込め機能が維持できる値として設定。	燃料被覆管	300	貯蔵期間中の健全性を維持する観点から, 燃料被覆管の累積クリープ量が 1 %を超えない温度, 照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度として設定。	<p>2.2 金属キャスク</p> <p>金属キャスクの外部火災の影響評価においては、貯蔵建屋内雰囲気温度及び空気の流れの変化による金属キャスクの温度上昇量を評価する。燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の許容温度並びにその設定根拠を第3-1表に示す。燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度が許容温度を下回ることを確認することで、金属キャスクの基本的安全機能は確保される。</p> <p>第3-1表 燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の許容温度並びに設定根拠</p> <table border="1" data-bbox="1010 764 1854 1225"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>許容温度 (°C)</th> <th>設定根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>胴, 外筒, 蓋</td> <td>350</td> <td>日本機械学会(JSME) 設計・建設規格で定めている温度範囲の上限値を評価基準値として設定。</td> </tr> <tr> <td>中性子遮蔽材</td> <td>150</td> <td>樹脂開発メーカーの技術資料, 文献を参考に遮蔽性能の健全性が維持される評価基準値として設定。</td> </tr> <tr> <td>金属ガスケット</td> <td>130</td> <td>金属ガスケットの長期健全性に関する文献から, 長期間の閉じ込め機能が維持できる値として設定。</td> </tr> <tr> <td>燃料被覆管</td> <td>300</td> <td>貯蔵期間中の健全性を維持する観点から, 燃料被覆管の累積クリープ量が 1 %を超えない温度, 照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度として設定。</td> </tr> </tbody> </table>	部位	許容温度 (°C)	設定根拠	胴, 外筒, 蓋	350	日本機械学会(JSME) 設計・建設規格で定めている温度範囲の上限値を評価基準値として設定。	中性子遮蔽材	150	樹脂開発メーカーの技術資料, 文献を参考に遮蔽性能の健全性が維持される評価基準値として設定。	金属ガスケット	130	金属ガスケットの長期健全性に関する文献から, 長期間の閉じ込め機能が維持できる値として設定。	燃料被覆管	300	貯蔵期間中の健全性を維持する観点から, 燃料被覆管の累積クリープ量が 1 %を超えない温度, 照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度として設定。	<ul style="list-style-type: none"> 許可整合の観点で評価対象を明確化 許可整合の観点で評価対象を明確化 許可整合の観点で評価対象を明確化 記載の適正化
金属キャスク部位	許容温度 (°C)	設定根拠																														
胴, 外筒, 蓋	350	日本機械学会(JSME) 設計・建設規格で定めている温度範囲の上限値を評価基準値として設定。																														
中性子遮蔽材	150	樹脂開発メーカーの技術資料, 文献を参考に遮蔽性能の健全性が維持される評価基準値として設定。																														
金属ガスケット	130	金属ガスケットの長期健全性に関する文献から, 長期間の閉じ込め機能が維持できる値として設定。																														
燃料被覆管	300	貯蔵期間中の健全性を維持する観点から, 燃料被覆管の累積クリープ量が 1 %を超えない温度, 照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度として設定。																														
部位	許容温度 (°C)	設定根拠																														
胴, 外筒, 蓋	350	日本機械学会(JSME) 設計・建設規格で定めている温度範囲の上限値を評価基準値として設定。																														
中性子遮蔽材	150	樹脂開発メーカーの技術資料, 文献を参考に遮蔽性能の健全性が維持される評価基準値として設定。																														
金属ガスケット	130	金属ガスケットの長期健全性に関する文献から, 長期間の閉じ込め機能が維持できる値として設定。																														
燃料被覆管	300	貯蔵期間中の健全性を維持する観点から, 燃料被覆管の累積クリープ量が 1 %を超えない温度, 照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度として設定。																														

変更前後比較表 (添付7-4-4 外部火災防護における評価方針)

変更前	変更後	備考
<p>2.5 火災による金属キャスクへの熱影響評価について</p> <p>外部火災により貯蔵建屋内の雰囲気温度や空気の流れの状態が変化し、金属キャスクに影響を及ぼすことが考えられる。具体的に想定される影響は以下のとおり。</p> <p>(1) 貯蔵建屋外壁内表面からの熱伝達に起因する貯蔵建屋内雰囲気温度上昇による金属キャスクへの影響</p> <p>(2) 熱気流の侵入に起因する貯蔵建屋内雰囲気温度の上昇による金属キャスクへの影響</p> <p>(3) 貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合の金属キャスクへの影響</p> <p>このうち、(1)については、貯蔵建屋外壁の熱容量が大きく、外壁の外表面での温度上昇が内表面の温度に変化をもたらすまでには大きな時間遅れが伴い、その温度上昇もきわめて緩やかであることから、貯蔵建屋内雰囲気温度に与える影響は無視できる。</p> <p>したがって、上記(2)、(3)による金属キャスクへの影響について、森林火災、貯蔵施設敷地内に設置する危険物貯蔵設備の火災及び航空機墜落による火災ごとに、建屋内雰囲気温度又は金属キャスクの温度の上昇量を算出し、金属キャスクの各部の温度の設計基準値を下回ることを確認することで、金属キャスクの基本的安全機能を損なわないことを確認する。</p> <p>(略)</p>	<p>2.5 火災による金属キャスクへの熱影響評価について</p> <p>外部火災により貯蔵建屋内の雰囲気温度や空気の流れの状態が変化し、金属キャスクに影響を及ぼすことが考えられる。具体的に想定される影響は以下のとおり。</p> <p>(1) 貯蔵建屋外壁内表面からの熱伝達に起因する貯蔵建屋内雰囲気温度上昇による金属キャスクへの影響</p> <p>(2) 熱気流の侵入に起因する貯蔵建屋内雰囲気温度の上昇による金属キャスクへの影響</p> <p>(3) 貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合の金属キャスクへの影響</p> <p>このうち、(1)については、貯蔵建屋外壁の熱容量が大きく、外壁の外表面での温度上昇が内表面の温度に変化をもたらすまでには大きな時間遅れが伴い、その温度上昇もきわめて緩やかであることから、貯蔵建屋内雰囲気温度に与える影響は無視できる。</p> <p>したがって、上記(2)、(3)による金属キャスクへの影響について、森林火災、貯蔵施設敷地内に設置する危険物貯蔵設備の火災及び航空機墜落による火災ごとに、建屋内雰囲気温度又は金属キャスクの温度の上昇量を算出し、<u>燃料被覆管及び</u>金属キャスクの<u>構成部材</u>の温度の設計基準値を下回ることを確認することで、金属キャスクの基本的安全機能を損なわないことを確認する。</p> <p>(略)</p>	<p>・許可整合の観点で評価対象を明確化</p>

変更前後比較表 (添付7-4-5-2 外部火災に対する金属キャスクの影響評価)

変更前	変更後	備考																																																																																										
<p>2.1.1 熱気流の侵入に起因する貯蔵建屋内雰囲気温度の上昇による金属キャスクへの影響</p> <p>(2) 金属キャスクの熱影響評価結果</p> <table border="1" data-bbox="91 395 965 639"> <thead> <tr> <th colspan="9">結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="9">評価の結果、熱気流の侵入による建屋内雰囲気温度の最大上昇量は29℃であるため、建屋内雰囲気は最大で74℃となった。第5-1表に示す通常貯蔵時の金属キャスクの各部の温度を下回るため、キャスクが建屋内雰囲気により熱せられることはないことから、基本的安全機能への影響はないことを確認した。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第5-1表 周囲雰囲気温度45℃における金属キャスク各部の温度評価結果 (最大値)</p> <table border="1" data-bbox="91 742 965 1034"> <thead> <tr> <th>評価条件</th> <th>一次蓋 金属ガスケット</th> <th>二次蓋 金属ガスケット</th> <th>一次蓋</th> <th>二次蓋</th> <th>外筒</th> <th>胴</th> <th>中性子 遮蔽材</th> <th>燃料 被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①周囲雰囲気温度45℃の定常状態での各部の温度(℃) (通常貯蔵時)</td> <td>89</td> <td>85</td> <td>96</td> <td>85</td> <td>113</td> <td>142</td> <td>128</td> <td>259</td> </tr> <tr> <td>②設計基準値(℃)</td> <td>130</td> <td>130</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>150</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	結果									評価の結果、熱気流の侵入による建屋内雰囲気温度の最大上昇量は29℃であるため、建屋内雰囲気は最大で74℃となった。第5-1表に示す通常貯蔵時の金属キャスクの各部の温度を下回るため、キャスクが建屋内雰囲気により熱せられることはないことから、基本的安全機能への影響はないことを確認した。									評価条件	一次蓋 金属ガスケット	二次蓋 金属ガスケット	一次蓋	二次蓋	外筒	胴	中性子 遮蔽材	燃料 被覆管	①周囲雰囲気温度45℃の定常状態での各部の温度(℃) (通常貯蔵時)	89	85	96	85	113	142	128	259	②設計基準値(℃)	130	130	350	350	350	350	150	300	<p>2.1.1 熱気流の侵入に起因する貯蔵建屋内雰囲気温度の上昇による金属キャスクへの影響</p> <p>(2) 金属キャスクの熱影響評価結果</p> <table border="1" data-bbox="994 395 1868 639"> <thead> <tr> <th colspan="9">結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="9">評価の結果、熱気流の侵入による建屋内雰囲気温度の最大上昇量は29℃であるため、建屋内雰囲気は最大で74℃となった。第5-1表に示す通常貯蔵時の燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度を下回るため、キャスクが建屋内雰囲気により熱せられることはないことから、基本的安全機能への影響はないことを確認した。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第5-1表 周囲雰囲気温度45℃における燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度評価結果 (最大値)</p> <table border="1" data-bbox="994 742 1868 1034"> <thead> <tr> <th>評価条件</th> <th>一次蓋 金属ガスケット</th> <th>二次蓋 金属ガスケット</th> <th>一次蓋</th> <th>二次蓋</th> <th>外筒</th> <th>胴</th> <th>中性子 遮蔽材</th> <th>燃料 被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①周囲雰囲気温度45℃の定常状態での温度(℃) (通常貯蔵時)</td> <td>89</td> <td>85</td> <td>96</td> <td>85</td> <td>113</td> <td>142</td> <td>128</td> <td>259</td> </tr> <tr> <td>②設計基準値(℃)</td> <td>130</td> <td>130</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>150</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	結果									評価の結果、熱気流の侵入による建屋内雰囲気温度の最大上昇量は29℃であるため、建屋内雰囲気は最大で74℃となった。第5-1表に示す通常貯蔵時の燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度を下回るため、キャスクが建屋内雰囲気により熱せられることはないことから、基本的安全機能への影響はないことを確認した。									評価条件	一次蓋 金属ガスケット	二次蓋 金属ガスケット	一次蓋	二次蓋	外筒	胴	中性子 遮蔽材	燃料 被覆管	①周囲雰囲気温度45℃の定常状態での温度(℃) (通常貯蔵時)	89	85	96	85	113	142	128	259	②設計基準値(℃)	130	130	350	350	350	350	150	300	<p>・許可整合の観点で評価対象を明確化</p> <p>・許可整合の観点で評価対象を明確化</p> <p>・記載の適正化</p>
結果																																																																																												
評価の結果、熱気流の侵入による建屋内雰囲気温度の最大上昇量は29℃であるため、建屋内雰囲気は最大で74℃となった。第5-1表に示す通常貯蔵時の金属キャスクの各部の温度を下回るため、キャスクが建屋内雰囲気により熱せられることはないことから、基本的安全機能への影響はないことを確認した。																																																																																												
評価条件	一次蓋 金属ガスケット	二次蓋 金属ガスケット	一次蓋	二次蓋	外筒	胴	中性子 遮蔽材	燃料 被覆管																																																																																				
①周囲雰囲気温度45℃の定常状態での各部の温度(℃) (通常貯蔵時)	89	85	96	85	113	142	128	259																																																																																				
②設計基準値(℃)	130	130	350	350	350	350	150	300																																																																																				
結果																																																																																												
評価の結果、熱気流の侵入による建屋内雰囲気温度の最大上昇量は29℃であるため、建屋内雰囲気は最大で74℃となった。第5-1表に示す通常貯蔵時の燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度を下回るため、キャスクが建屋内雰囲気により熱せられることはないことから、基本的安全機能への影響はないことを確認した。																																																																																												
評価条件	一次蓋 金属ガスケット	二次蓋 金属ガスケット	一次蓋	二次蓋	外筒	胴	中性子 遮蔽材	燃料 被覆管																																																																																				
①周囲雰囲気温度45℃の定常状態での温度(℃) (通常貯蔵時)	89	85	96	85	113	142	128	259																																																																																				
②設計基準値(℃)	130	130	350	350	350	350	150	300																																																																																				
<p>2.1.2 貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合の金属キャスクへの影響 (略)</p> <table border="1" data-bbox="91 1125 965 1329"> <thead> <tr> <th colspan="1">結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>評価の結果、除熱機能の低下による金属キャスクの温度上昇量は最大で6.1℃となった。金属キャスクの各部が6.1℃上昇しても、表5-1表に示す金属キャスクの各部の設計基準値を下回るため、基本的安全機能への影響はないことを確認した。</td> </tr> </tbody> </table>	結果	評価の結果、除熱機能の低下による金属キャスクの温度上昇量は最大で6.1℃となった。金属キャスクの各部が6.1℃上昇しても、表5-1表に示す金属キャスクの各部の設計基準値を下回るため、基本的安全機能への影響はないことを確認した。	<p>2.1.2 貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合の金属キャスクへの影響 (略)</p> <table border="1" data-bbox="994 1125 1868 1329"> <thead> <tr> <th colspan="1">結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>評価の結果、除熱機能の低下による金属キャスクの温度上昇量は最大で6.1℃となった。燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材が6.1℃上昇しても、表5-1表に示す設計基準値を下回るため、基本的安全機能への影響はないことを確認した。</td> </tr> </tbody> </table>	結果	評価の結果、除熱機能の低下による金属キャスクの温度上昇量は最大で6.1℃となった。燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材が6.1℃上昇しても、表5-1表に示す設計基準値を下回るため、基本的安全機能への影響はないことを確認した。	<p>・許可整合の観点で評価対象を明確化</p>																																																																																						
結果																																																																																												
評価の結果、除熱機能の低下による金属キャスクの温度上昇量は最大で6.1℃となった。金属キャスクの各部が6.1℃上昇しても、表5-1表に示す金属キャスクの各部の設計基準値を下回るため、基本的安全機能への影響はないことを確認した。																																																																																												
結果																																																																																												
評価の結果、除熱機能の低下による金属キャスクの温度上昇量は最大で6.1℃となった。燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材が6.1℃上昇しても、表5-1表に示す設計基準値を下回るため、基本的安全機能への影響はないことを確認した。																																																																																												