

Doc No. 18-180-I-313 Rev. 0

2021年6月1日

トランスニュークリア株式会社

使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明申請（TK-26型）

2021年4月28日の面談時質問に対する回答
（閉じ込め設計関連）

本資料のうち、枠囲いの内容は、商業機密等に属しますので公開できません。

番号	ページ	対象	コメント内容
6	7	第2図 別紙1-2図	一次蓋の金属ガスケット間にアクセスするリークチェック孔を図示すること。

(回答)

補足説明資料 1-3 第2図を図6-1に、また、補足説明資料 1-3 別紙1-2図を図6-2に変更する。これに伴い、申請書別添1（添付書類一）第1-10図を図6-1に変更する。

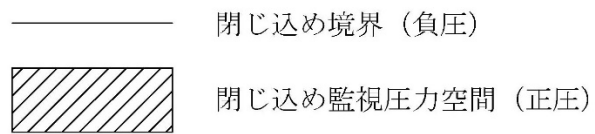
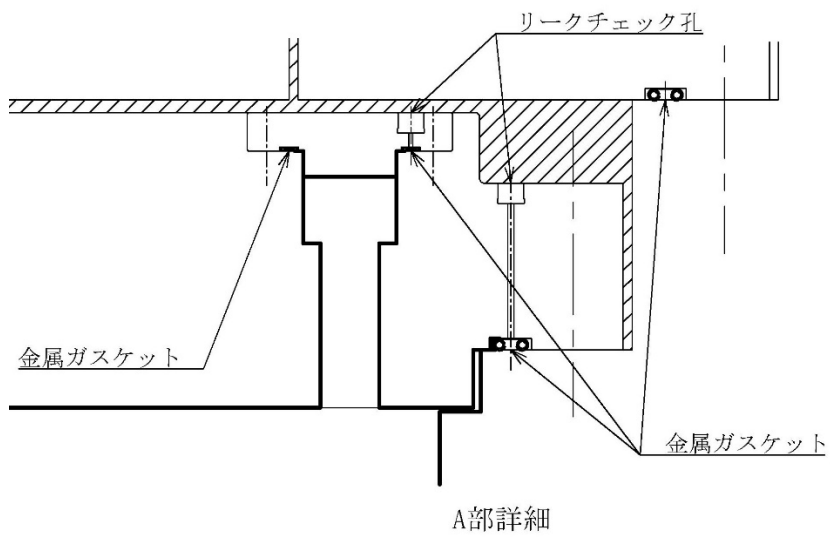
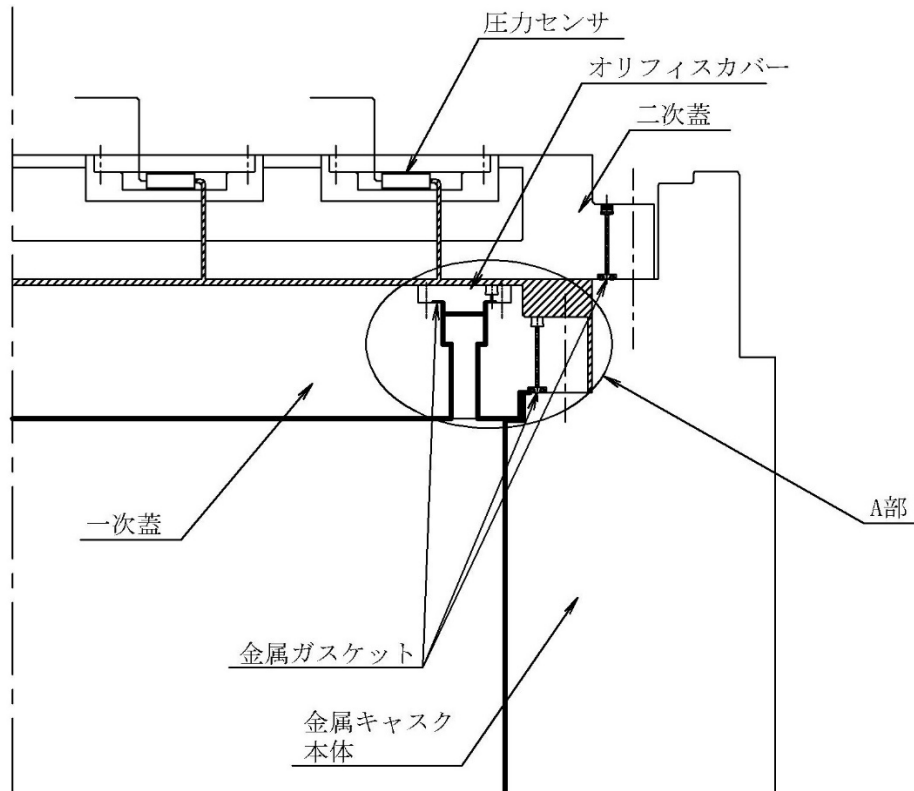


図 6-1 TK-26 型のシール部詳細

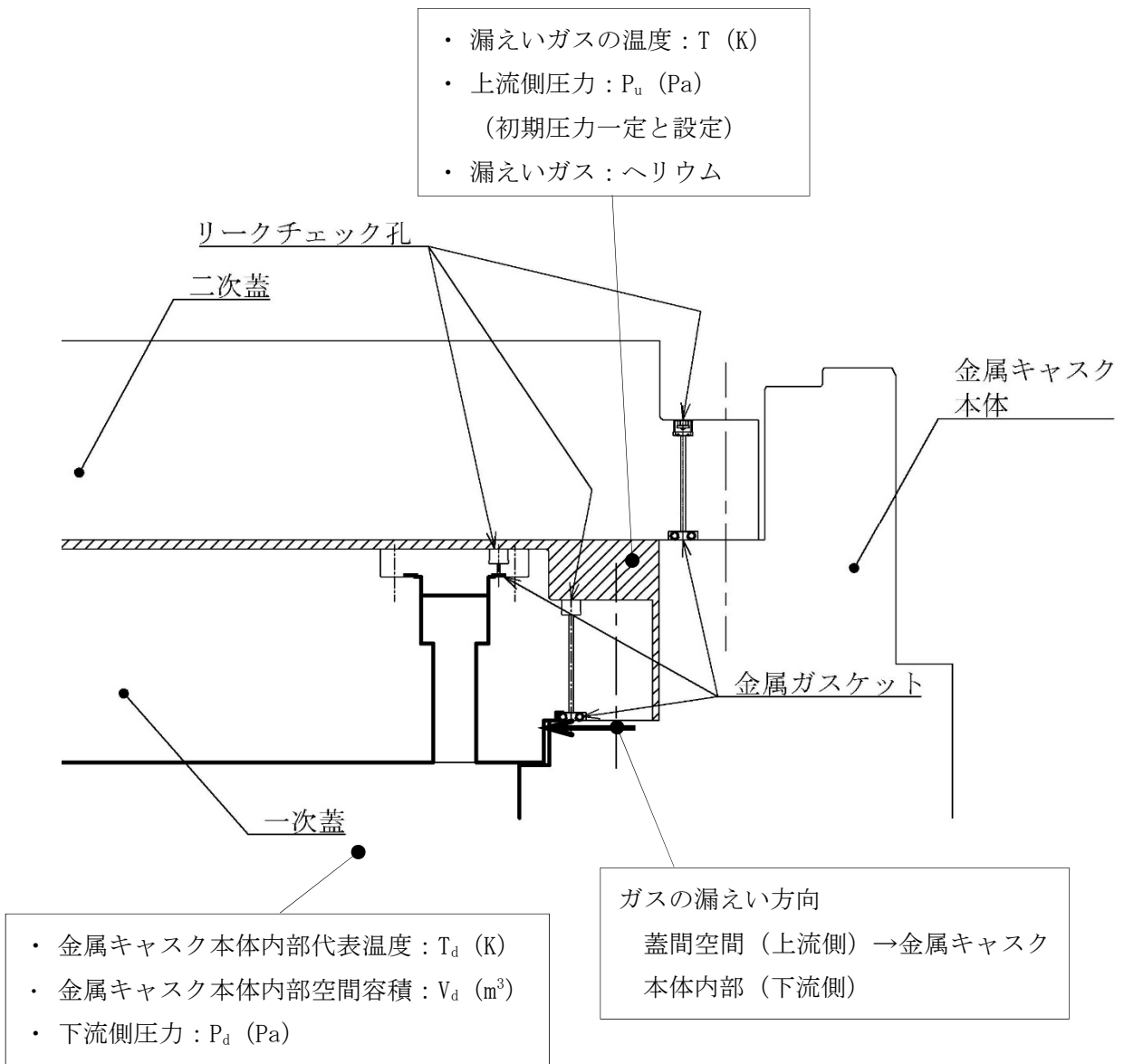


図 6-2 漏えい率計算の概要

番号	ページ	対象	コメント内容
7	6	第1図	オリフィスカバーシール部の密封評価を追加すること。

(回答)

TK-26 型の蓋間から容器内への漏えい流路は、図 7-1 に示すように一次蓋シール部からの流路①とオリフィスカバーシール部からの流路②がある。漏えい率の評価においては図 7-1 に示すように一次蓋シール部からの漏えいとオリフィスカバーシール部からの漏えいをそれぞれ考慮している。これらを比較した結果を表 7-1 に示す。なお、いずれの評価も、18-180-I-001-013 Rev. 0 補足説明資料 1-3 (閉じ込め設計) の別紙 1 の基準漏えい率及びリークテスト判定基準の評価方法に従って評価している。

表 7-1 に示すように一次蓋シール部及びオリフィスカバーシール部からの漏えいの結果は同程度である。したがって、18-180-I-001-013 Rev. 0 においては、より値の小さい一次蓋シール部からの漏えいした場合を代表として漏えい率評価を提示している。

また、気密漏えい検査では、これら 2 か所の漏えい率の合計値がリークテスト判定基準を満たすことを確認する。

なお、18-180-I-001-013 Rev. 0 補足説明資料 1-3 (閉じ込め設計) 別紙 1 は、P. 6～7 に示すようにオリフィスカバーシール部の評価を含める記載に変更する (変更箇所を ■ で示す)。

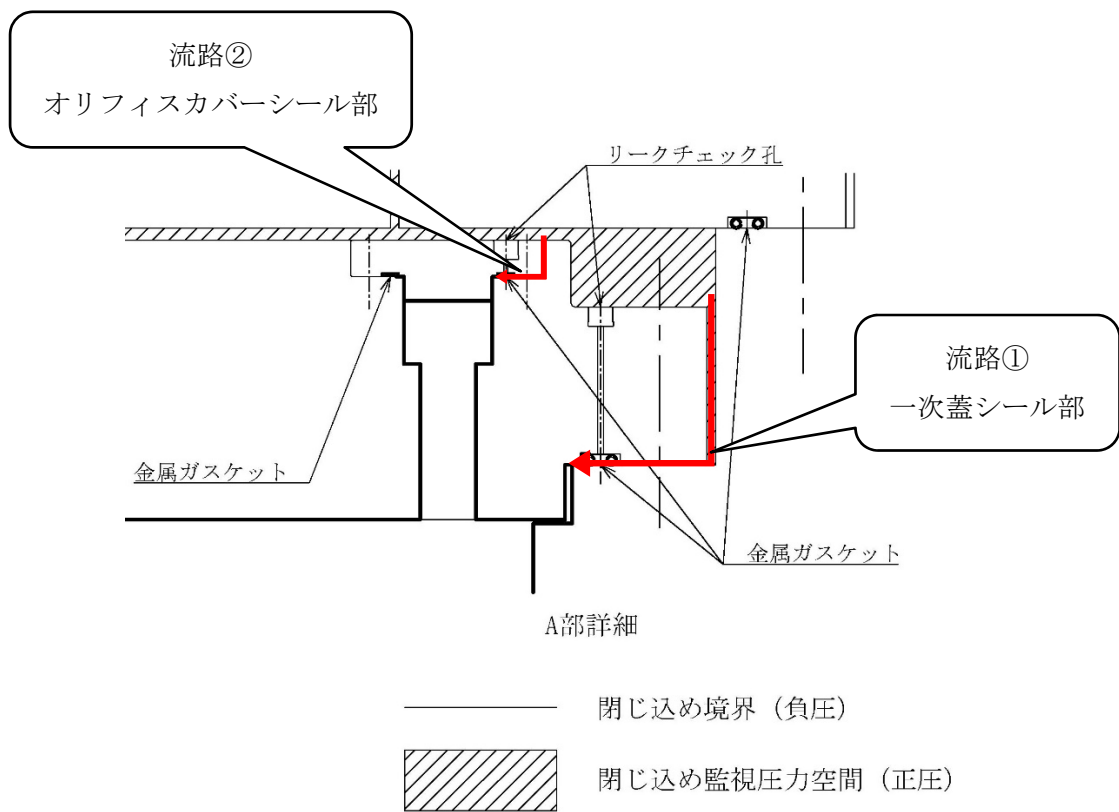


図 7-1 一次蓋の漏えい流路

表 7-1 評価条件及び漏えい率評価結果

項目		記号	評価条件及び漏えい率評価結果	
			一次蓋シール部で漏えいした場合	オリフィスカバーシール部で漏えいした場合
圧力	金属キャスク本体内部 (初期)	P_{d0}		Pa abs
	蓋間空間 (初期)	P_{u0}		Pa abs
	大気圧	—	9.7×10^4 Pa abs	
空間容積	金属キャスク本体内部	V_d		m^3
温度	金属キャスク本体内部	T_d	260°C	
	漏えいガス	T	-30°C	
寸法	金属ガスケットの断面径	D		
	金属ガスケット溝深さ	H		
漏えいガス		—	ヘリウム	
設計貯蔵期間		—	60 年	
基準漏えい率		Q_s	2.2×10^{-6} Pa · m ³ /s	2.3×10^{-6} Pa · m ³ /s
リークテスト判定基準		Q_t	1.0×10^{-6} Pa · m ³ /s	1.0×10^{-6} Pa · m ³ /s

基準漏えい率及びリークテスト判定基準の評価方法及び評価結果

1. 評価方法

TK-26 型の基準漏えい率 Q_s 及びリークテスト判定基準 Q_t の計算フローを別紙 1-1 図に示す。また、漏えい率計算の概要を別紙 1-2 図に示す。

TK-26 型の閉じ込め評価の基準となる基準漏えい率 Q_s は、設計貯蔵期間（60 年）経過後に金属キャスク本体内部の負圧が維持できるシール部の標準状態（大気圧、25℃）での漏えい率である。

基準漏えい率は、貯蔵時における TK-26 型の温度、本体内部の空間容積及び圧力等を基に、金属キャスク本体内部の圧力が設計貯蔵期間経過後に大気圧となるように求めた漏えい孔径 D_0 を用い、標準状態における漏えい率として算出される。

TK-26 型の蓋間（上流側）からキャスク本体内部（下流側）への流路は、一次蓋シール部からの流路と、オリフィスカバーシール部からの流路がある。この二つの漏えい流路は金属ガスケットの仕様（金属ガスケットの断面径、金属ガスケット溝深さ）が異なるため、それぞれの金属ガスケット仕様を用いて個別に評価を行い、基準漏えい率 Q_s を適切に設定する。

基準漏えい率の計算過程を以下に示す。

漏えい率は、日本原子力学会標準⁽¹⁾に基づき、以下の式①、②から求めている。時間 dt の間に金属キャスク本体内部の圧力が dP_d だけ変化する漏えい率を Q とすれば、金属キャスク本体内部空間容積は一定であることから、金属キャスク本体内部圧力の時間変化は、温度の違いを考慮してボイル・シャルルの法則により次式で与えられる。

（中略）

次に、標準大気圧における基準漏えい率とリークテスト判定基準を算出する。標準状態の算出条件を別紙 1-1 表に示す。基準漏えい率 Q_s 及びリークテスト判定基準は、先に得られた $D_0=5.34 \times 10^{-6}$ m 及び $D_0=4.55 \times 10^{-6}$ m の漏えい孔に対して別紙 1-1 表の条件を式②に代入することで求められる。

一方、オリフィスカバーシール部で漏えいする場合についても、金属ガスケットの断面径 $D=$ mm 及び金属ガスケット溝深さ $H=$ mm を用いて上記と同じ計算を実施することによって、基準漏えい率 Q_s 及びリークテスト判定基準 Q_t が評価される。

（中略）

別紙 1-2 表 評価条件及び漏えい率評価結果

項目		記号	評価条件及び漏えい率評価結果	
			一次蓋シール部で漏えいした場合	オリフィスカバーシール部で漏えいした場合
圧力	金属キャスク本体内部（初期）	P_{d0}		$\text{Pa abs}^{(注1)}$
	蓋間空間（初期）	P_{u0}		Pa abs
	大気圧	—	$9.7 \times 10^4 \text{ Pa abs}$	
空間容積	金属キャスク本体内部 ^(注2)	V_d		m^3
温度	金属キャスク本体内部 ^(注3)	T_d	260°C	
	漏えいガス ^(注4)	T	-30°C	
寸法	金属ガスケットの断面径	D		
	金属ガスケット溝深さ	H		
漏えいガス		—	ヘリウム	
設計貯蔵期間		—	60 年	
基準漏えい率		Q_s	$2.2 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	$2.3 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
リークテスト判定基準		Q_t	$1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	$1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

(注1) 基準漏えい率の計算に当たっては使用済燃料の破損（0.1%）によるガス放出による圧力上昇分を考慮する。また、リークテスト判定基準の計算に当たっては、使用済燃料の破損（0.1%）に加えて設計貯蔵期間経過後に蓋間空間ガス全量の金属キャスク本体内部への流入を仮定した圧力上昇分を考慮する。

(注2) 金属キャスク本体内部の全空間容積から燃料集合体及びバスケット容積を除いた空間容積を示す。

(注3) 金属キャスク本体内部ガスの最高温度とする（補足説明資料 1-4「TK-26 型の除熱設計に関する説明資料」に記載される燃料集合体最高温度を保守的に設定した値）。

(注4) 金属キャスク周囲最低温度とする。

番号	ページ	対象	コメント内容
8	—	—	燃料 100%破損の場合でも胴内圧が蓋間圧力以下となる設計となっていることを説明すること。

(回答)

TK-26 型は、蓋部を一次蓋及び二次蓋の二重蓋構造とし、その蓋間を正圧とし圧力障壁を形成することにより、放射性物質を金属キャスク内部に閉じ込める設計としている。

TK-26 型の閉じ込め設計において燃料棒の 100%破損という事象は想定されていないが、仮に燃料棒全数が破損し胴内圧力が上昇した場合においても、変動を考慮した蓋間圧力が圧力障壁としての機能を維持できるよう、蓋間圧力（初期値）を MPa と設定している。