

2023年11月 7日

乾式キャスクの社内検査成績書における計測器番号の誤りについて

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

6号機燃料取り出し用である乾式キャスク22基の使用済燃料収納後に行う気密漏えい検査のうち、60号機から72号機まで検査を実施済であるが、70号機から72号機の社内検査成績書について、実際に現場で使用された計測器と社内検査成績書に記載されている計測器に誤りが確認された。

2. 時系列

(1) 事象確認までの時系列

- 8月 1日 5・6号燃料取り出しPJグループ内計測器管理箇所（以下、輸送チーム）から業務受託会社に対して使用計測器を指示
- 10月10日 73号機の気密漏えい検査を実施
- ① ヘリウムリークテスト装置
輸送チームから指示された計測器にて検査を実施
 - ② 真空式リークテスト装置
作業効率化のため輸送チームから指示された2台の計測器にて検査を実施
- 10月11日 当社検査員が73号機の社内検査成績書作成時に、計測器番号が72号機と同じであるため、念のため以前の社内検査成績書を確認したところ、70号機から72号機の計測器番号の記載に誤りがあることを確認

(2) 70号機から72号機気密漏えい検査の時系列

【70号機】

- ・一次蓋金属ガスケット部 : 2023年8月 9日
- ・ドレン／ベントカバープレート部 : 2023年8月10日
- ・社内検査記録確認日 : 2023年8月10日
- ・NRA殿記録確認日 : 2023年8月24日

【71号機】

- ・一次蓋金属ガスケット部 : 2023年8月26日
- ・ドレン／ベントカバープレート部 : 2023年8月28日
- ・社内検査記録確認日 : 2023年8月28日
- ・NRA殿記録確認日 : 2023年9月 5日

【72号機】

- ・一次蓋金属ガスケット部 : 2023年9月23日
- ・ドレン／ベントカバープレート部 : 2023年9月25日
- ・社内検査記録確認日 : 2023年9月25日
- ・NRA殿記録確認日 : 2023年10月4日

3. 影響評価

社内検査成績書に誤りが見つかった70号機から72号機については、輸送チームから業務受託会社に指示され、現物確認された使用計測器は有効期限内であり、検査の判定に影響を及ぼすものではないことを確認した。

また、これまで実施した60号機から69号機の使用計測器についても、輸送チームから業務受託会社に指示され、現物確認された現場エビデンスと社内検査成績書記載の計測器に相違がないことを確認している。

4. 原因と対策

<原因1>

輸送チームは、気密漏えい検査をキャスク仕立て作業の一環として実施していたことにより、作業管理上では計測器のトレーサビリティ確認を実施していたものの、検査に対する意識が不足していた。

<対策1>

検査の重要性を認識するために、検査記録作成が輸送チームの所掌であることを業務ガイドに明記する。また、輸送チームは業務ガイドに検査記録作成手順を反映し、手順を元に記録の作成を行う。

<原因2>

検査データ*収集と検査記録作成の所掌が明確でなかったため、検査チームは計測器の管理と作業監理を行っている輸送チームを介さずに検査データを収集した。そのため検査データの不足を認識せず誤った検査記録を作成した。

- ※使用計測器と現物照合したエビデンス（計測器リスト, 使用計測器の写真）
- 測定値のエビデンス（データ打ち出し記録）

<対策2>

計測器の管理と現場監理を行っている輸送チームが検査データを収集し検査記録に取り纏め作成する。作成した記録について、検査チームに提出することを業務ガイドに明記する。

検査チームは、輸送チームにより作成された検査記録をエビデンスとの付き合わせにより確認し、社内検査成績書を作成する。

5. 再検査の実施について

70号機から72号機の再検査にあたり、新たに再検査要領書（社内）を定め検査を実施する。検査記録の作成については、検査記録作成手順（資料-5）に則り実施するが、既に実施済みの検査であり使用計測器の写真が存在しないため、使用計測器と現物照合したエビデンスは、測定時に現場でチェックした計測器リストのみとする。


- ①輸送チームは、検査記録作成手順に則り、検査記録を作成し検査チームへ提出する。
- ②検査チームは、輸送チームより提出された検査記録をエビデンスとの突き合わせ確認を行う。
- ③検査チームは、再検査要領書（社内）および検査記録を元に社内検査成績書を作成する。

6. 参考資料

- 資料1 72号機使用前検査成績書（社内検査）（抜粋）
- 資料2 72号機検査記録
- 資料3 時系列図
- 資料4 検査記録blankシート
- 資料5 検査記録作成手順（社内運用ガイド改訂案）

以上

機能検査 (気密漏えい検査) 記録

検査員

(令和 5 年 9 月 25 日)

設備名：使用済燃料乾式キャスク仮保管設備

検査範囲：使用済燃料乾式キャスク (輸送貯蔵兼用キャスクB)

機器番号：72号機

実施時期：使用済燃料収納後

項目	対象箇所	測定値 (Pa・m ³ /s)	合計値 (Pa・m ³ /s)	判定基準	結果	備考
気密漏えい検査	一次蓋 金属ガスケット部	7.0 × 10 ⁻⁷	8.16 × 10 ⁻⁷	各測定箇所の漏えい率の合計値が、1.6 × 10 ⁻⁶ Pa・m ³ /s 以下であること。	<input checked="" type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 否	幸会 又は 記録確認
	一次蓋ベント用 カバープレート 金属ガスケット部	7.4 × 10 ⁻⁸				
	一次蓋ドレン用 カバープレート 金属ガスケット部	4.2 × 10 ⁻⁸				

注：結果の口には該当部にレ点をつけること。

※判定に必要な測定値に影響なし

■検査用計器 (今回測定分)

計測器	計器番号	備考
校正リーク	7752 ←Heリークテスト装置A	(本来は“6581”)
デジタルマルチメータ	MY45048087 ←真空式リークテスト装置A	(本来は、“MY45053202
真空圧力センサー	2120853	2170598
温度計測器	NX4012B205	NX4505B201
温度センサー	N44P302977	4510182-001” の追記も必要)

【72号機】 気密漏えい検査 (使用済燃料収納後)

一次蓋金属ガスケット部: 2023年9月23日

ベント/ドレン用カバープレート金属ガスケット部: 2023年9月25日

1. 一次蓋金属ガスケット部

容器内部を0.004MPa abs以下まで排気後、ヘリウムガスを0.0448MPa abs以上充填し、一次蓋金属ガスケット部からのヘリウムガスの漏えい率をヘリウムリークディテクタで測定し、漏えい率が判定基準を満足していることを確認する。

●事前準備

排気後の圧力 82 (Pa) He充填後調整圧力 44838 (Pa)

●測定漏えい率を標準状態の漏えい率に換算

$$L1 = MR \times (1 \times 10^5)^2 \div (0.448 \times 10^5)^2$$

L1 : 漏えい率(Pa·m³/s of He)

MR : ヘリウムリークディテクタの測定値(Pa·m³/s of He)

1 × 10⁵ : 大気圧(0.1MPa)

0.448 × 10⁵ : キヤスク容器内のHe調整圧(0.0448MPa)

MR: 1.4E-07 (Pa·m³/s of He)

L1: 6.97545E-07 (Pa·m³/s of He)

小数点第2位切り上げ 7.0E-07 (Pa·m³/s of He)

2. 一次蓋ベント/ドレン用カバープレート金属ガスケット部

貫通孔蓋板金属ガスケット部を真空ポンプ等により100Pa abs以下に減圧し、10分以上放置して圧力変化を測定し以下の計算式により漏えい率を算出し、漏えい率が判定基準を満足していることを確認する。

$$MR = \frac{VTs}{S} \times \left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1} \right)$$

$$L2 = MR \times 1.45$$

MR : 漏えい率(Pa·m³/s of air at 25°C)

L2 : 漏えい率(Pa·m³/s of He at 25°C)

V : 被検査部の体積 (45.49 × 10⁻⁶m³)

Ts : 298 K(25°C)

S : 測定時間(600秒)

P1 : 放置前の圧力(Pa abs)

P2 : 放置後の圧力(Pa abs)

T1 : 放置前の温度(K)

T2 : 放置後の温度(K)

●ベント側

放置前の圧力(P1) : 13.40 (Pa)

MR: 5.05969E-08 (Pa·m³/s of air at 25°C)

放置前の温度(T1)*: 311.97 (K)

L2: 7.33656E-08 (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の圧力(P2) : 14.10 (Pa)

小数点第2位切り上げ 7.4E-08 (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の温度(T2)*: 312.00 (K)

●ドレン側

放置前の圧力(P1): 3.50 (Pa)

MR: 2.89563E-08 (Pa·m³/s of air at 25°C)

放置前の温度(T1)*: 311.81 (K)

L2: 4.19867E-08 (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の圧力(P2) : 3.90 (Pa)

小数点第2位切り上げ 4.2E-08 (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の温度(T2)*: 311.84 (K)

※ 測定値(°C)に273を加算する。

3. 判定基準

各測定箇所の漏えい率の合計値が、1.6 × 10⁻⁶ Pa·m³/s以下であること。

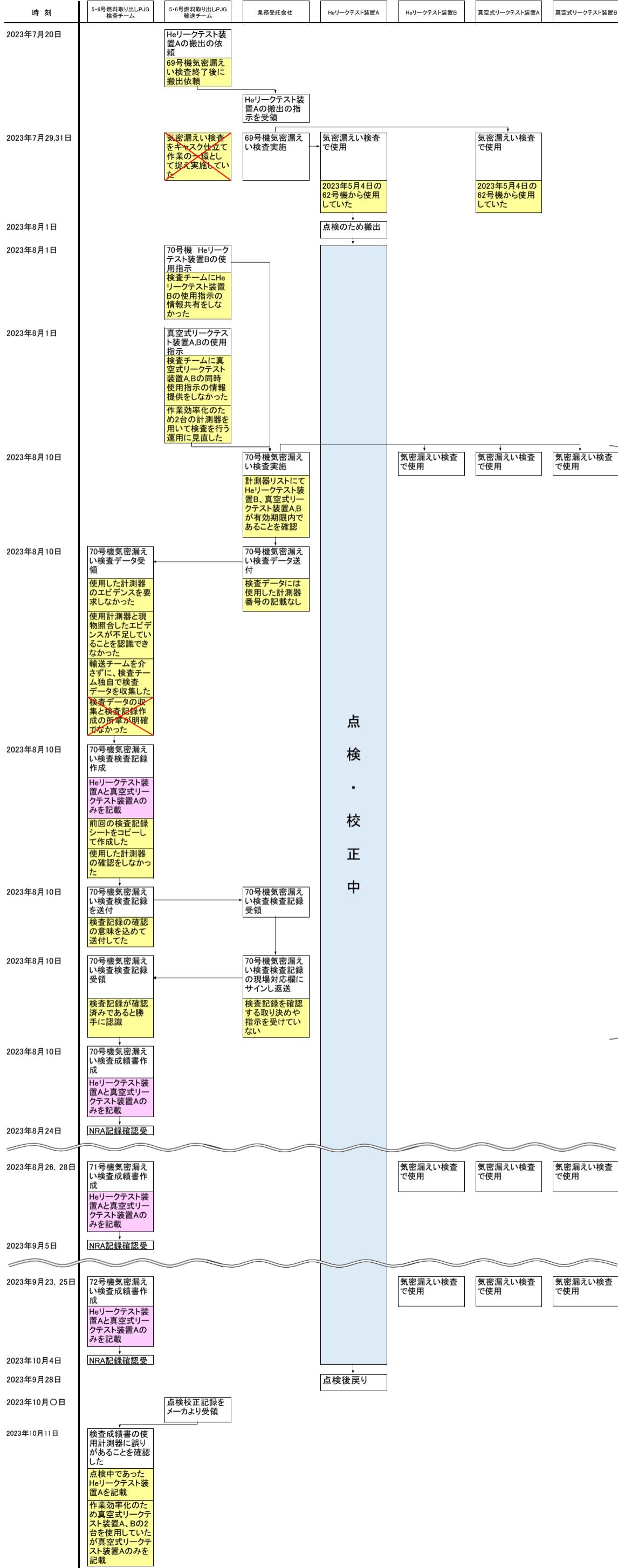
対象箇所	測定値 (Pa·m ³ /s)	合計値 (Pa·m ³ /s)
一次蓋金属ガスケット部	7.0E-07	8.16E-07
一次蓋ベント用カバープレート金属ガスケット部	7.4E-08	
一次蓋ドレン用カバープレート金属ガスケット部	4.2E-08	

現場対応者	<u>2023年9月25日</u>
記録確認者	<u>2023年9月25日</u>

使用計測器名	管理番号
校正リーク	7752
デジタルマルチメータ	MY45048087
真空圧力センサー	2120853
温度計測器	NX4012B205
温度センサー	N44P302977

※前回の検査記録シートをコピーし未編集

時系列図



点検・校正中

71,72号機も同様の流れで検査記録を作成

【 号機】 気密漏えい検査(使用済燃料収納後)

一次蓋金属ガスケット部測定日: _____

ベント用カバープレート金属ガスケット部測定日: _____

ドレン用カバープレート金属ガスケット部測定日: _____

1. 一次蓋金属ガスケット部

容器内部を0.004MPa abs以下まで排気後、ヘリウムガスを0.0448MPa abs以上充填し、一次蓋金属ガスケット部からのヘリウムガスの漏えい率をヘリウムリークディテクタで測定し、漏えい率が判定基準を満足していることを確認する。

●事前準備

排気後の圧力 _____ (Pa) He充填後調整圧力 _____ (Pa)

●測定漏えい率を標準状態の漏えい率に換算

$$L1 = MR \times (1 \times 10^5)^2 \div (0.448 \times 10^5)^2$$

L1 : 漏えい率(Pa·m³/s of He)MR : ヘリウムリークディテクタの測定値(Pa·m³/s of He)1 × 10⁵ : 大気圧(0.1MPa)0.448 × 10⁵ : キヤスク容器内のHe調整圧(0.0448MPa)MR: _____ (Pa·m³/s of He)L1: _____ (Pa·m³/s of He)

小数点第2位切り上げ _____ (Pa·m³/s of He)

2. 一次蓋ベント/ドレン用カバープレート金属ガスケット部

貫通孔蓋板金属ガスケット部を真空ポンプ等により100Pa abs以下に減圧し、10分以上放置して圧力変化を測定し以下の計算式により漏えい率を算出し、漏えい率が判定基準を満足していることを確認する。

$$MR = \frac{VTs}{S} \times \left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1} \right)$$

$$L2 = MR \times 1.45$$

MR : 漏えい率 (Pa·m³/s of air at 25°C)L2 : 漏えい率 (Pa·m³/s of He at 25°C)V : 被検査部の体積 (45.49 × 10⁻⁶m³)

Ts : 298 K(25°C)

S : 測定時間(600秒)

P1: 放置前の圧力(Pa abs)

P2: 放置後の圧力(Pa abs)

T1: 放置前の温度(K)

T2: 放置後の温度(K)

●ベント側

放置前の圧力(P1) : _____ (Pa)

MR: _____ (Pa·m³/s of air at 25°C)放置前の温度(T1)[※]: _____ (K)L2: _____ (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の圧力(P2) : _____ (Pa)

小数点第2位切り上げ _____ (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の温度(T2)[※]: _____ (K)

●ドレン側

放置前の圧力(P1): _____ (Pa)

MR: _____ (Pa·m³/s of air at 25°C)放置前の温度(T1)[※]: _____ (K)L2: _____ (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の圧力(P2) : _____ (Pa)

小数点第2位切り上げ _____ (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の温度(T2)[※]: _____ (K)

※ 測定値(°C)に273を加算する。

3. 判定基準

各測定箇所の漏えい率の合計値が, 1.6×10^{-6} Pa·m³/s以下であること。

対象箇所	測定値 (Pa·m ³ /s)	合計値 (Pa·m ³ /s)
一次蓋金属ガスケット部		
一次蓋ベント用カバープレート金属ガスケット部		
一次蓋ドレン用カバープレート金属ガスケット部		

4. 使用計測器

計測器名	計測器番号	
校正リーク		
デジタルマルチメータ	【ドレン】	【ベント】
真空圧力センサー	【ドレン】	【ベント】
温度計測器	【ドレン】	【ベント】
温度センサー	【ドレン】	【ベント】

気密漏えい検査記録の作成手順

下記の手順に従いblankシートを用いて検査記録を作成すること。
 なお、検査記録の作成については、検査成績書作成に必要なエビデンスとなることから責任をもって作成し、検査チームに提出すること。

記録作成を始める前に下記のエビデンスを準備

- : 使用計測器と現物照合したエビデンス（計測器リスト,使用計測器の写真）
- : 測定値のエビデンス（①キャスク容器排気後圧力の写真,②He充填後調整圧力の写真,③一次蓋金属ガスケット出力データの打出し,④ベント側出力データの打出し,⑤ドレン側出力データの打出し）

【検査対象号機番号と日付の記入】

- [1] : 検査対象号機番号を記入。
- [2] : 「③一次蓋金属ガスケット出力データの打出し」に記載されている対象号機を確認、測定日を記入。添付資料-3参照
- [3] : 「④ベント側出力データの打出し」に記載されている対象号機を確認、測定日を記入。添付資料-4参照
- [4] : 「⑤ドレン側出力データの打出し」に記載されている対象号機を確認、測定日を記入。添付資料-5参照

【一次蓋金属ガスケット部】

- [5] : 「①キャスク容器排気後圧力の写真」の圧力を記入。添付資料-1参照
- [6] : 「②He充填後調整圧力の写真」の圧力を記入。添付資料-2参照
- [7] : 「③一次蓋金属ガスケット出力データの打出し」の装置指示漏えい率を記入。添付資料-3参照
- [8] : Aの標準状態への換算式に [7] を代入して計算。
- [9] : 上記 [8] の数値を小数点第2位で切り上げ記入。

【一次蓋ベント用カバープレート金属ガスケット部】 添付資料-4参照

- [10] : 「④ベント側出力データの打出し」の放置前圧力を記入。その際、単位はMPaであるためPaに換算して記入。
- [11] : 「④ベント側出力データの打出し」の放置前温度を記入。その際、ケルビン単位にするため「273」を加算。
- [12] : 「④ベント側出力データの打出し」の放置後圧力を記入。その際、単位はMPaであるためPaに換算して記入。
- [13] : 「④ベント側出力データの打出し」の放置後温度を記入。その際、ケルビン単位にするため「273」を加算。
- [14] : 上記 [10] ~ [13] の数値を漏えい率算出のB式に代入し計算。
- [15] : 上記 [14] を標準状態への換算C式に代入し計算。
- [16] : 上記 [15] の数値を小数点第2位で切り上げ記入。

【一次蓋ドレン用カバープレート金属ガスケット部】 添付資料-5参照

- [17] : 「⑤ドレン側出カデータの打出し」の放置前圧力を記入。その際、単位はMPaであるためPaに換算して記入。
- [18] : 「⑤ドレン側出カデータの打出し」の放置前温度を記入。その際、ケルビン単位にするため「273」を加算。
- [19] : 「⑤ドレン側出カデータの打出し」の放置後圧力を記入。その際、単位はMPaであるためPaに換算して記入。
- [20] : 「⑤ドレン側出カデータの打出し」の放置後温度を記入。その際、ケルビン単位にするため「273」を加算。
- [21] : 上記 [17～20] の数値を漏えい率算出のB式に代入し計算。
- [22] : 上記 [21] を標準状態への換算C式に代入し計算。
- [23] : 上記 [22] の数値を小数点第2位で切り上げ記入。

【合計漏えい率の算出】

- [24] : 上記 [9] , [16] , [23] で算出された数値を合計。

【使用計測器の記載について】

- [25] : 使用計測器と現物照合したエビデンスを確認し記載。

【検査記録作成後】

- : 作成者と審査者により誤記等無いことを確認。

以上

【 [1] 号機】気密漏えい検査(使用済燃料収納後)

一次釜金属ガスケット部測定日: [2]

ベント用カバープレート金属ガスケット部測定日: [3]

ドレン用カバープレート金属ガスケット部測定日: [4]

1. 一次釜金属ガスケット部

容器内部を0.004MPa abs以下まで排気後、ヘリウムガスを0.0448MPa abs以上充填し、一次釜金属ガスケット部からのヘリウムガスの漏えい率をヘリウムリークディテクタで測定し、漏えい率が判定基準を満足していることを確認する。

●事前準備

排気後の圧力 [5] (Pa)

He充填後調整圧力 [6] (Pa)

●測定漏えい率を標準状態の漏えい率に換算

$$L1 = MR \times (1 \times 10^5)^2 \div (0.448 \times 10^5)^2 \quad \mathbf{A}$$

L1 : 漏えい率(Pa·m³/s of He)

MR : ヘリウムリークディテクタの測定値(Pa·m³/s of He)

1 × 10⁵ : 大気圧(0.1MPa)

0.448 × 10⁵ : キャスク容器内のHe調整圧(0.0448MPa)

MR: [7] (Pa·m³/s of He)

L1: [8] (Pa·m³/s of He)

小数点第2位切り上げ [9] (Pa·m³/s of He)

2. 一次釜ベント/ドレン用カバープレート金属ガスケット部

真通孔蓋板金属ガスケット部を真空ポンプ等により100Pa abs以下に減圧し、10分以上放置して圧力変化を測定し以下の計算式により漏えい率を算出し、漏えい率が判定基準を満足していることを確認する。

$$MR = \frac{VTs}{S} \times \left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1} \right) \quad \mathbf{B}$$

MR : 漏えい率(Pa·m³/s of air at 25°C)

L2 : 漏えい率(Pa·m³/s of He at 25°C)

V : 被検査部の体積 (45.49 × 10⁻³m³)

Ts : 298 K(25°C)

S : 測定時間(600秒)

P1 : 放置前の圧力(Pa abs)

P2 : 放置後の圧力(Pa abs)

T1 : 放置前の温度(K)

T2 : 放置後の温度(K)

$$L2 = MR \times 1.45 \quad \mathbf{C}$$

●ベント側

放置前の圧力(P1) : [10] (Pa)

MR: [14] (Pa·m³/s of air at 25°C)

放置前の温度(T1)[※] : [11] (K)

L2: [15] (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の圧力(P2) : [12] (Pa)

小数点第2位切り上げ [16] (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の温度(T2)[※] : [13] (K)

●ドレン側

放置前の圧力(P1): [17] (Pa)

MR: [21] (Pa·m³/s of air at 25°C)

放置前の温度(T1)[※] : [18] (K)

L2: [22] (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の圧力(P2) : [19] (Pa)

小数点第2位切り上げ [23] (Pa·m³/s of He at 25°C)

放置後の温度(T2)[※] : [20] (K)

※ 測定値(°C)に273を加算する。

3. 判定基準

各測定箇所の漏えい率の合計値が、 1.6×10^{-6} Pa·m³/s以下であること。

対象箇所	測定値 (Pa·m ³ /s)	合計値 (Pa·m ³ /s)
一次釜金属ガスケット部	[9]	[24]
一次釜ベント用カバープレート金属ガスケット部	[16]	
一次釜ドレン用カバープレート金属ガスケット部	[23]	

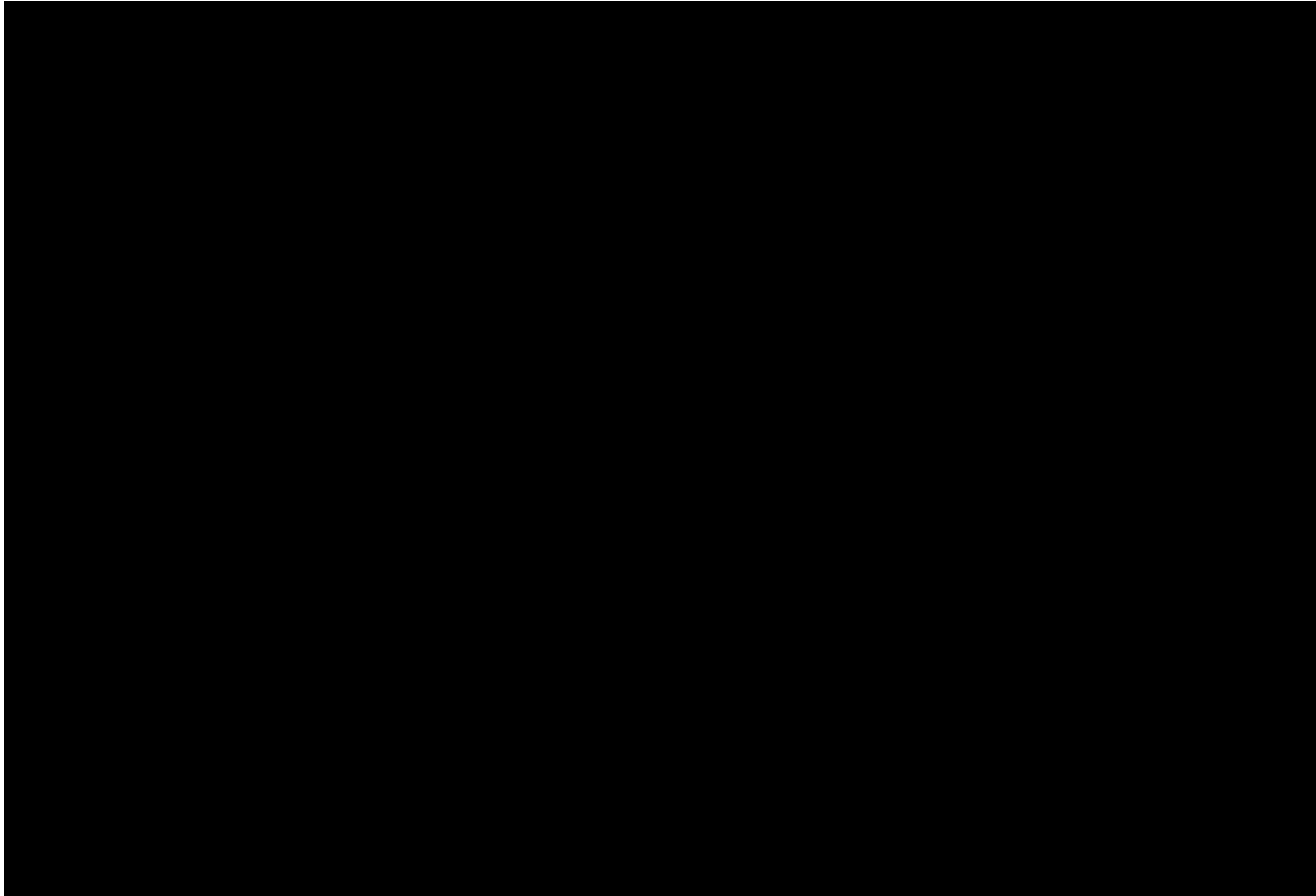
4. 使用計測器

計測器名	計測器番号	
校正リーク		
デジタルマルチメータ	[ドレン]	[ベント]
真空圧力センサー	[ドレン]	[ベント]
温度計測器	[ドレン]	[ベント]
温度センサー	[ドレン]	[ベント]

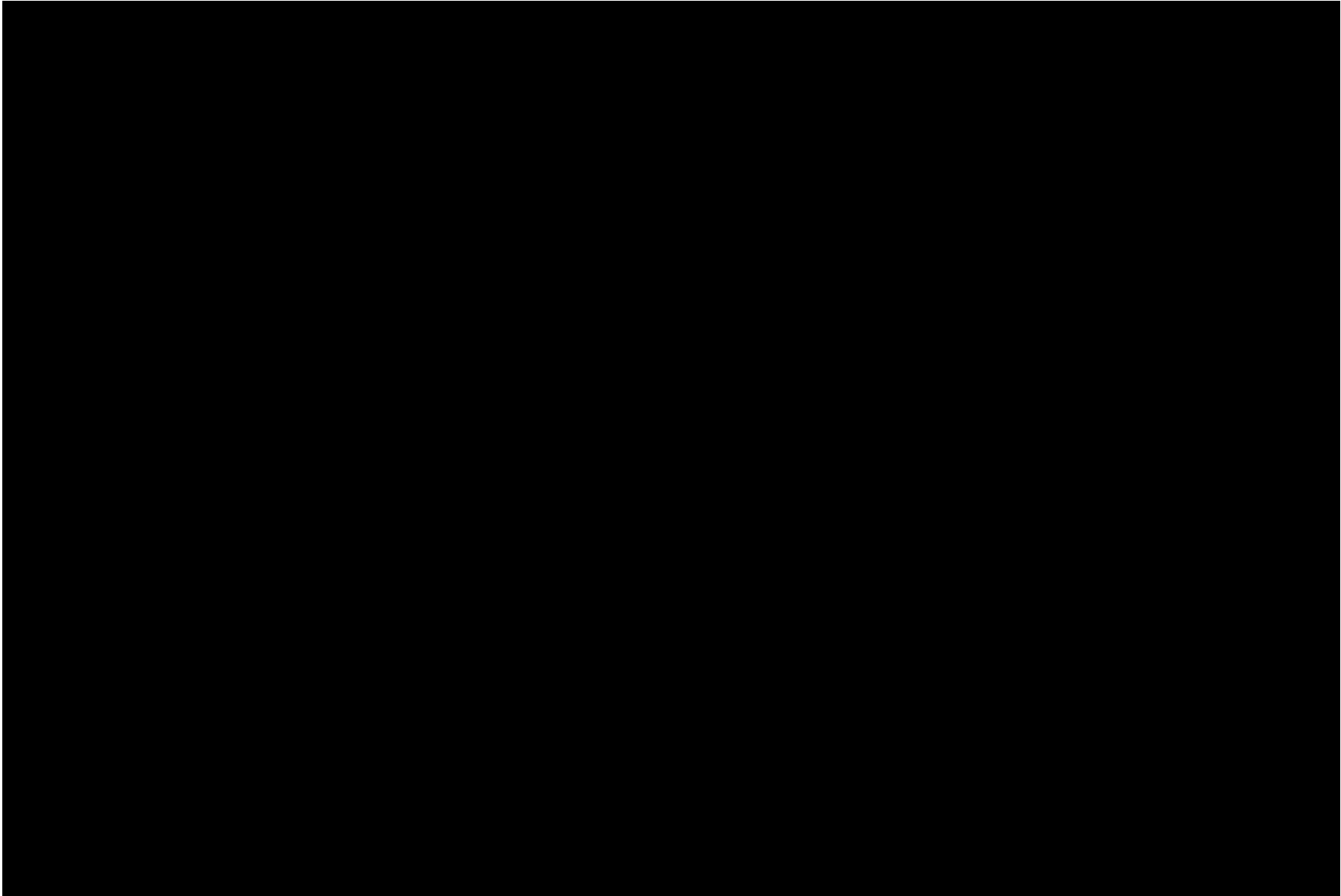
[25]

①キャスク容器排気後圧力の写真

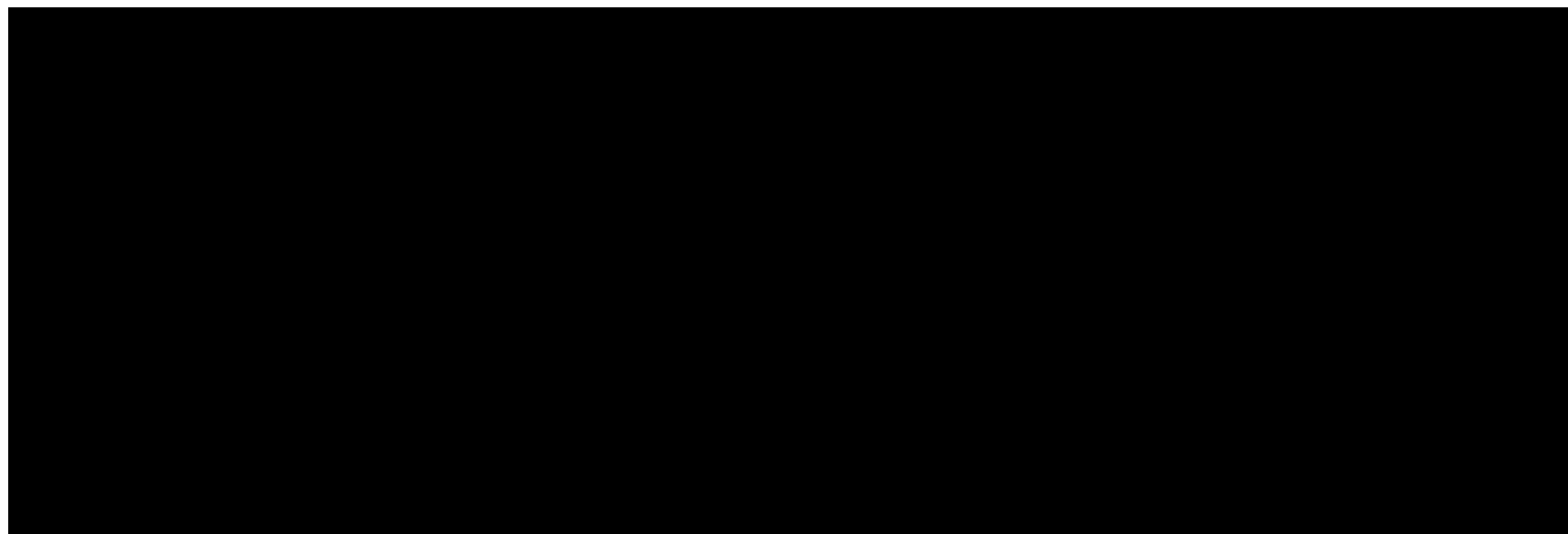
添付資料-1



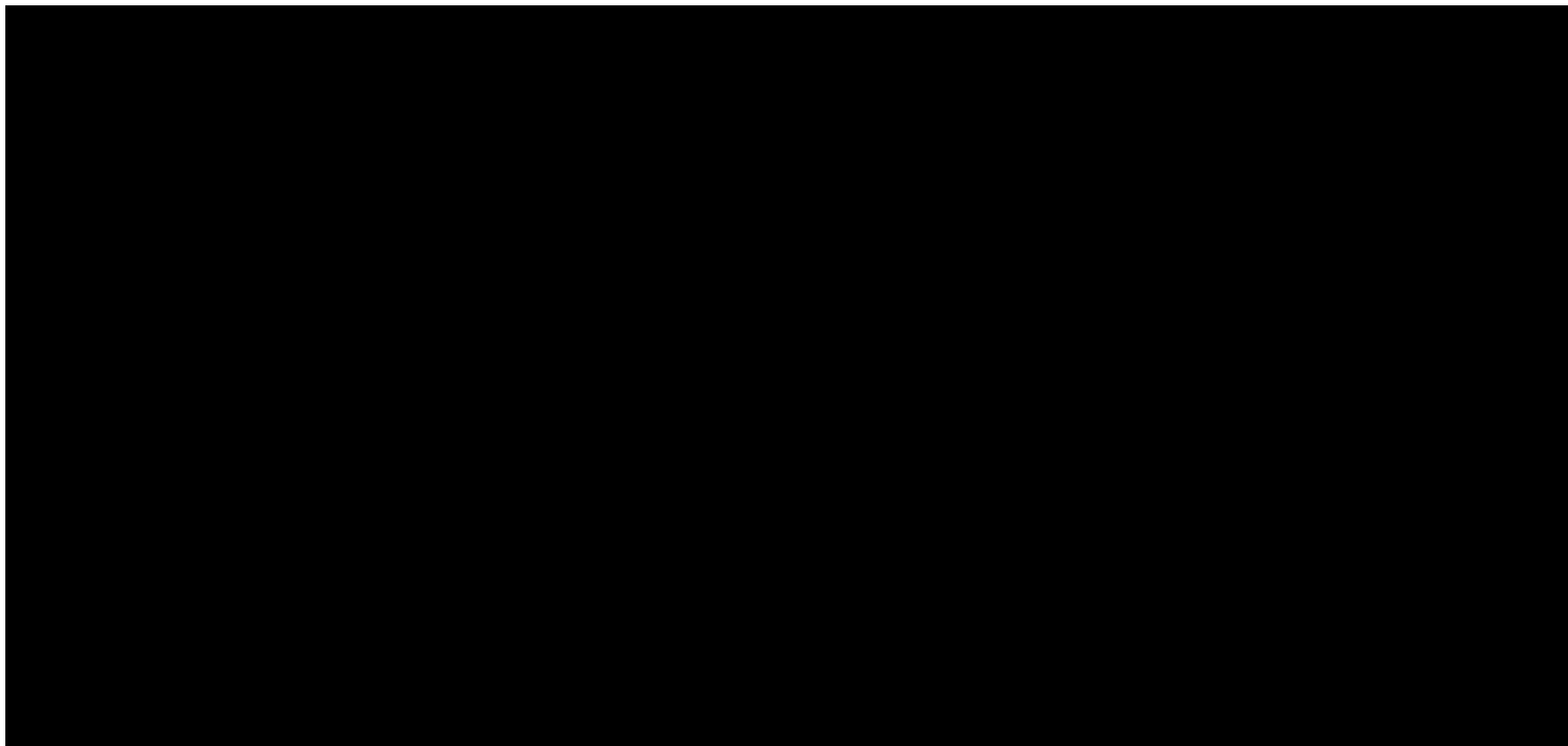
②He充填後調整圧力の写真



③一次蓋金属ガスケット出力データの打出し



④ベント側出力データの打出し



⑤ドレン側出カデータの打出し

