

リサイクル燃料備蓄センター設工認
設 2-補-008 改 1
2022 年 6 月 24 日

リサイクル燃料備蓄センター
設計及び工事の計画の変更認可申請書
(補足説明資料)

計測制御系統施設について

令和 4 年 6 月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

目次

1. 目的	1
2. 既設工認からの変更点	1
3. 警報設定の考え方と警報設定値について	2
4. 代替計測用計測器の計測精度について	9
5. 自然災害等における代替計測について	11
6. 蓋間圧力検出器による負圧維持管理について	14
7. 蓋間圧力検出器の保守管理について	17
8. 外部記録媒体へのデータの記録と保管について	20
9. 計測設備の電源について	21

1. 目的

本資料は、計測制御系統施設に関する申請書の記載について、補足説明するものである。

設工認申請書及び添付書類では、基本設計方針と基本仕様（計測器の種類、計測範囲、取付個所、個数）、系統構成、表示・警報装置による監視及び代替計測の方法（津波を想定）を記載した。

本補足説明資料では、金属キャスクの蓋間圧力の管理方法、警報設定の考え方と警報設定値、代替計測用計測器の計測精度、自然災害等における代替計測の方法及び外部記録媒体へのデータの記録と保管について説明する。

2. 既設工認からの変更点

既設工認からの変更点を第2-1表に記載する。

第2-1表 既設工認からの変更点

施設等		既設工認	今回申請		変更点
計測制御系統施設	計測設備	蓋間圧力監視装置	蓋間圧力検出器		申請単位を監視装置から、検出器単位に変更
		表面温度監視装置	表面温度検出器		
		給排気温度監視装置	給排気温度検出器		
		—	代替計測用計測器	圧力検出器 (蓋間圧力の代替計測用)	非接触式可搬型温度計 (表面温度の代替計測用)

注：計測範囲を実計器の仕様から要求仕様に変更

3. 警報設定の考え方と警報設定値について

(1) 蓋間圧力検出器

金属キャスクの閉じ込め評価の基準となる基準漏えい率は、設計評価期間にわたって金属キャスク内部の負圧が維持できるよう設定されており、貯蔵期間の経過とともに、蓋間圧力は低下する。この蓋間圧力の低下は年単位で非常にゆっくりとした変化である。このような、ゆっくりとした変化に対して、金属キャスクの蓋間圧力が急激に低下する場合は、蓋部の閉じ込め機能の異常による漏えい率の著しい変化を意味する。

蓋間圧力検出器の警報設定は、蓋部の閉じ込め機能の異常を検知することを目的とし、設計範囲以内の漏えいや金属キャスク周辺温度変化に伴う圧力変動による圧力低下を考慮して設定する。警報が発報した場合には、圧力監視系の点検などの原因調査を行う。

具体的には、蓋間圧力検出器の警報設定値は、BWR用大型キャスク（タイプ2A）の場合、初期圧力（0.41MPa abs）に蓋部温度変化、漏えいによる低下、金属キャスク周辺温度変化及び計器誤差による圧力変動を考慮した値から、蓋間圧力監視のための圧力障壁が確認できる大気圧上限（0.105MPa abs）の範囲で設定する。

警報設定値は金属キャスクの型式毎に定める。

なお、ゆっくりとした変化により蓋間圧力が警報設定値に達した場合には、ヘリウムの再充填を行う。

また、警報が発報する前の段階で注意を促すための注意報を設定できる設計とし、設定圧力は任意に設定できるものとする。

a. 警報設定圧力上限値の設定

蓋間圧力の警報設定圧力上限値については、閉じ込め機能の異常ではない圧力監視中に生じる経時的変化等による警報発生を避けるために、蓋間の初期圧力（0.41MPa abs）に蓋部の温度低下による圧力低下、想定する漏えいによる圧力低下、金属キャスク周囲温度変化に伴う圧力変化を考慮した値（約0.31MPa abs）を警報設定圧力の上限値とする。

b. 警報設定圧力下限値の設定

蓋間圧力の警報設定圧力下限値については、蓋間圧力監視のための圧力障壁が確認できる大気圧上限（0.105MPa abs）よりも安全側な設定として、金属キャスク内部の初期圧力（0.08MPa abs）に、想定する漏えいによる圧力上昇及び一次蓋シール部の密封異常による蓋間部から金属キャスク内部へのガス流入による圧力上昇、さらに、燃料被覆管の破損という事象は想定されないが、全数燃料破損を仮定した場合に燃料から放出されるガスによる圧力上昇を考慮した値（約0.23MPa abs）を警報設定圧力の下限値とする。

c. 警報設定値の設定

第3-1表に警報設定値と上下限值との関係を示す。警報設定値は、上述の警報設定圧力の上限値と下限値を考慮して設定する。警報設定値は上限値と下限値の間で

ある 0.27MPa abs とする。

第 3 - 1 表 金属キャスクの蓋間圧力の警報設定値と上下限值との関係

圧力変動の要因	初期圧力と警報設定圧力との関係	
—	蓋間の初期圧力：0.41MPa	
蓋部の温度変化に伴う圧力低下	↓ (約 <input type="text"/> %) *1	崩壊熱の減衰 (貯蔵初期から 1 年間)
蓋間からの漏えいによる圧力低下	↓ (約 <input type="text"/> %) *1	リークテスト判定基準値での漏えい率で一次蓋のシール部からのインリークと二次蓋のシール部からのアウトリーク (1 年間)
周囲の温度変化に伴う圧力変化	↓ (約 <input type="text"/> %) *1	-22.4℃ (最低気温) ~ 45℃ (除熱解析の設計値)
—	警報設定圧力の上限値：約 0.31MPa	
—	警報設定値：0.27MPa	
—	警報設定圧力の下限値：約 0.23MPa	
燃料からの放出に伴う圧力上昇	↑ (約 <input type="text"/> %) *2	漏えい燃料の発生率 100% を仮定
蓋間ガスの流入に伴う圧力上昇	↑ (約 <input type="text"/> %) *2	蓋間ガスの全量 (1 回分)
金属キャスク内部への漏えいに伴う圧力上昇	↑ (約 <input type="text"/> %) *2	リークテスト判定基準値での漏えい率で一次蓋のシール部からのインリーク (60 年間)
—	金属キャスク内部の初期圧力：0.08MPa	

注記* 1 : 圧力低下に対する各要因の比率

* 2 : 圧力上昇に対する各要因の比率

d. 計器誤差について

蓋間圧力検出器は、設工認申請書添付 19-4-2-2 に示すように、蓋間圧力検出器、前置増幅器、P I O 装置、キャスク監視盤及び表示・警報装置で構成されている。

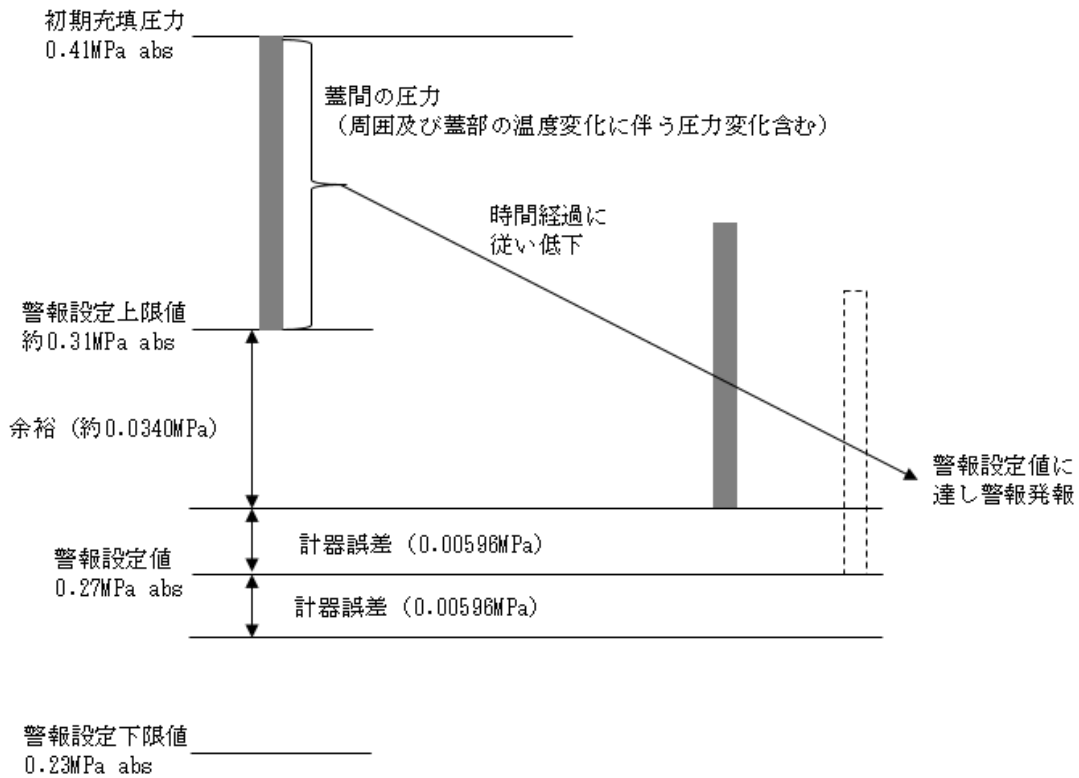
警報設定値 0.27MPa abs における構成計器全体の計器誤差は、以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{計器誤差} &= \pm 1.93\% *1 \text{ (at } 0.27\text{MPa abs)} \\ &= \pm 0.00521\text{MPa (at } 0.27\text{MPa abs)} \end{aligned}$$

* 1 : 読み取り値に対する割合

警報設定値 0.27MPa abs に対して、計器誤差 $\pm 0.00596\text{MPa}$ を考慮した 0.264 ~ 0.276MPa abs が警報の発報範囲となり、警報設定上限値との差分約 0.0340 MPa が警報設定に対する余裕となる。

金属キャスクの貯蔵期間の経過に従い、崩壊熱の減少に伴う蓋部の温度低下と想定範囲内の漏えいによる圧力低下が生じるために蓋間圧力が低下する。蓋間圧力の低下が、警報設定に対する余裕の範囲を超えた時に警報を発報することとなる。



第3-1図 蓋間圧力低警報設定値の概要図

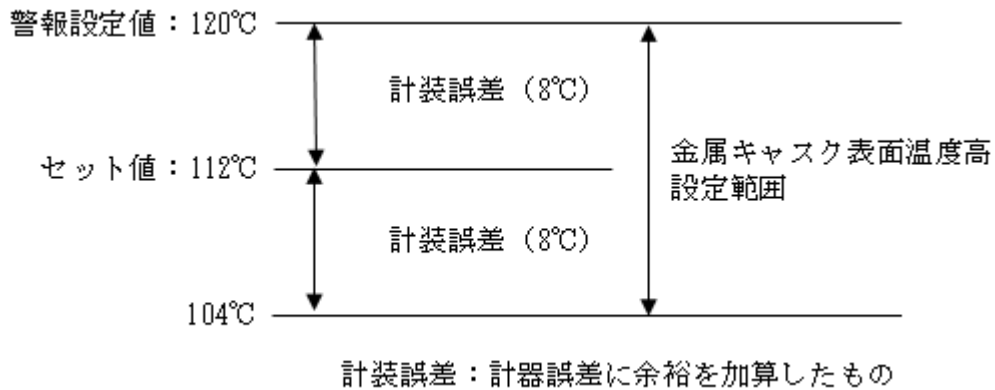
(2) 表面温度検出器

a. 警報設定値と警報セット値

金属キャスクの除熱機能に異常が生じ、外筒の最高使用温度を超過する可能性がある場合、警報を発報させる。そのため、金属キャスク表面温度の警報設定は、BWR用大型キャスク（タイプ2A）においては、外筒の最高使用温度 120℃以下となるように設定する。

警報設定値を 120℃とし、計装ループの計装誤差 (±8.0℃) を考慮した値 112℃を警報セット値とする。

また、警報が発報する前の段階で注意を促すための注意報を設定できる設計とし、設定温度は任意に設定できるものとする。



第3-2図 金属キャスク表面温度高警報設定値の概要図

なお、金属キャスクの型式毎に警報設定値とセット値を定める。

b. 計装誤差

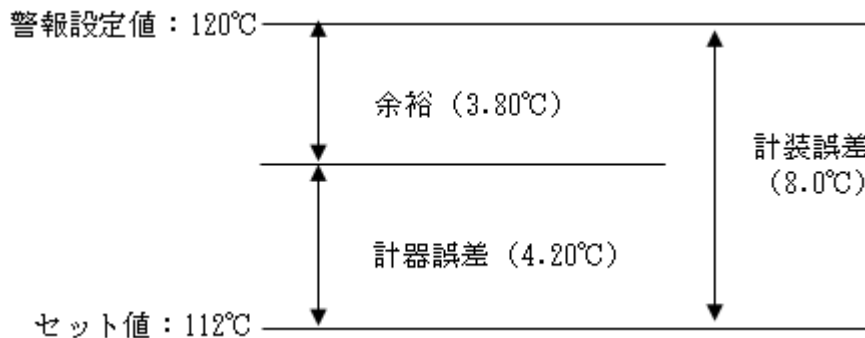
表面温度検出器は、設工認申請書添付 19-4-2-3 に示すように、表面温度検出器、P I O装置、キャスク監視盤及び表示・警報装置で構成されている。

構成計器全体の計器誤差は、以下のとおりである。

$$\text{計器誤差} = \pm 4.20^{\circ}\text{C}$$

計器誤差に余裕として 3.80°C を考慮し、計装誤差は $\pm 8.0^{\circ}\text{C}$ とする。

計装誤差により、余裕分早く警報が発生し、状態を把握することが可能となるため、安全性に影響はない。



第3-3図 金属キャスク表面温度高警報の計装誤差の概要図

c. 隣接するキャスクの輻射の影響について

金属キャスクは複数並べて配置することから、隣接するキャスクからの輻射により、温度が上昇する可能性がある。他のキャスクの輻射により表面温度が上昇し、セット値を超過する場合には、余裕の範囲内でセット値の見直しを行う。

また、輻射の影響がある場合においても、ある程度の貯蔵期間を経ることにより、温度影響が飽和し、温度的に安定化することにより、万が一の温度上昇事象が発生し

ても、トレンド管理により異常の検知は十分に可能である。

(3) 給排気温度検出器

使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）の排気口の温度が著しく上昇した場合、あるいは給気口と排気口の温度差が著しく大きくなった場合、使用済燃料貯蔵建屋の除熱機能に異常が生じている可能性があることから、警報を発報させる。

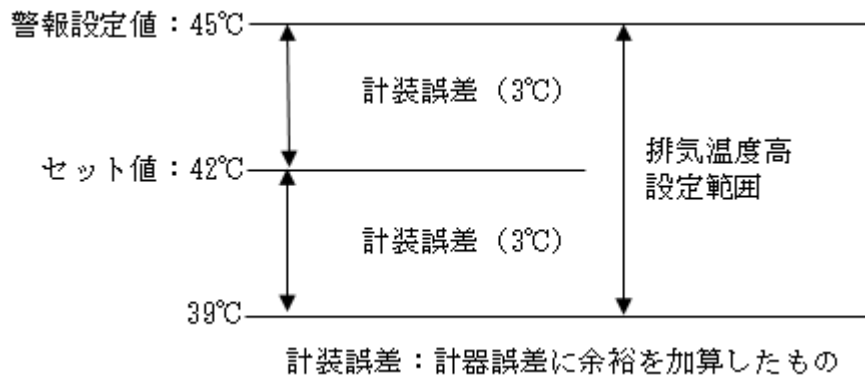
a. 排気温度高

a) 警報設定値と警報セット値

貯蔵建屋の排気温度が著しく上昇した場合、金属キャスクの除熱機能に異常が発生している可能性がある。また、貯蔵建屋の排気温度は、建屋内の計測設備、放射線監視設備等の電気品の性能が維持できる温度として、建屋排気温度 45℃を設計条件としている。そのため、貯蔵建屋の排気温度高の警報設定は、設計条件である 45℃以下となるように設定する。

警報設定値を 45℃とし、計装ループの計装誤差（±3.0℃）を考慮した 42℃を警報セット値とする。

また、警報が発報する前の段階で注意を促すための注意報を設定できる設計とし、設定温度は任意に設定できるものとする。



第3-4図 排気温度高警報設定値の概要図

b) 計装誤差

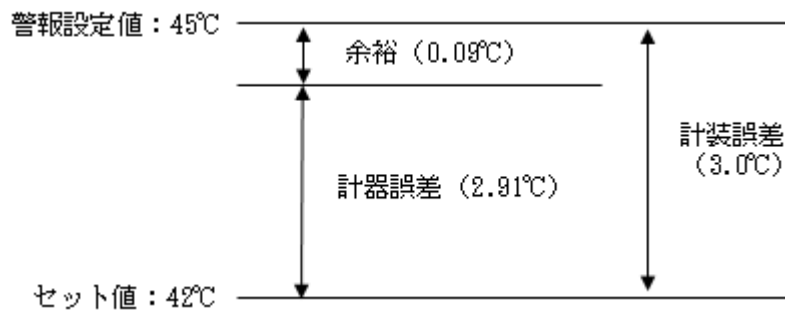
給排気温度検出器は、設工認申請書添付 19-4-2-4 に示すように、給排気温度検出器（排気側）、P I O装置、キャスク監視盤及び表示・警報装置で構成されている。

警報設定値 42℃における構成計器全体の計器誤差は、以下のとおりである。

$$\text{計器誤差} = \pm 2.91^\circ\text{C}$$

計器誤差に余裕として 0.09℃を考慮し、計装誤差 3.0℃とする。

計装誤差により、余裕分早く警報が発生し、状態を把握することが可能となるため、安全性に影響はない。



第3-5図 排気温度高警報の計装誤差の概要図

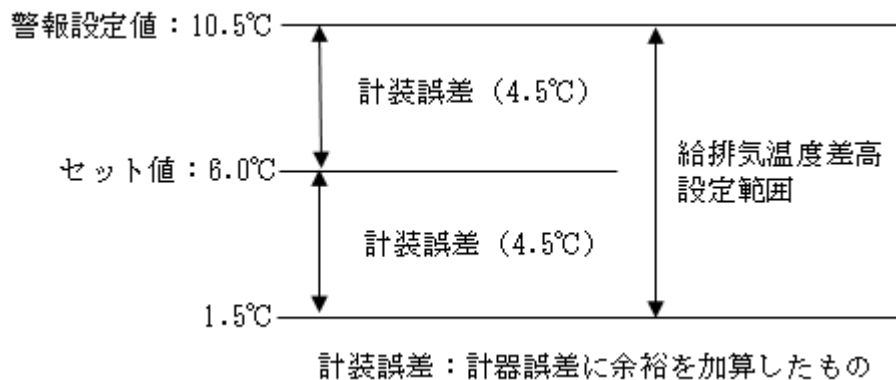
b. 給排気温度差高

a) 警報設定値と警報セット値

貯蔵建屋の給排気温度差が著しく上昇した場合、金属キャスクの除熱機能に異常が発生している可能性がある。建屋の除熱評価では給気温度 29.5°Cにおいて、排気温度が最高 40°Cと評価されており、温度差は 10.5°Cとなることから、この評価温度差を超過する可能性がある場合、警報を発報する。そのため、貯蔵建屋の給排気温度差の警報設定は、評価温度 10.5°C以下となるように設定する。

警報設定値を 10.5°Cとし、給気側温度と排気側温度の二つの計装ループの計装誤差 (±4.5°C) を考慮した 6.0°Cを警報セット値とする。

また、警報が発報する前の段階で注意を促すための注意報を設定できる設計とし、設定温度差は任意に設定できるものとする。



第3-6図 給排気温度差度高警報設定値の概要図

b) 計装誤差

給排気温度検出器の計器誤差の考え方は、建屋排気温度の場合と同じである。

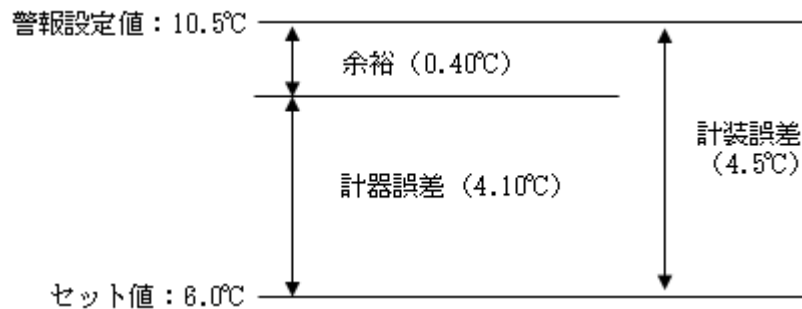
給排気温度検出器は、計測温度が高くなるほど計器誤差は大きくなることから、排気側の温度を最高温度の 45°C、給気側の温度を警報設定値 10.5°Cを差し引いた 34.5°Cとして、各温度での計器誤差を評価する。また、給排気温度差の警報は、給気側の温度と排気側の温度の差を計算することから、2台分の計装誤差を各計測における誤差の二乗和の平方根として評価する。

第3-2表 給排気温度差の計器誤差

	給気側 34.5°Cの場合	排気側 45°Cの場合
給排気温度検出器の計器誤差	±2.87°C	±2.93°C
給排気温度検出器2台分の計器誤差	±4.10°C	

給排気温度検出器2台の計器誤差に余裕として0.40°Cを考慮し、計装誤差(2台分)±4.50°Cとする。

計装誤差により、余裕分早く警報が発生し、状態を把握することが可能となるため、安全性に影響はない。



第3-7図 給排気温度差高警報の計装誤差の概要図

4. 代替計測用計測器の計測精度について

代替計測用計測器は、本設の計測設備が使用できなくなった場合に、代わりに計測を行うための設備である。代替計測用計測器には一般産業用工業品を使用することとしており、今後交換時等に計測精度等も変更となる可能性が高いことから、計測精度に関する設計要求の考え方と、現在、使用する予定の計測器の計測精度を以下に示す。

(1) 蓋間圧力の代替計測

①蓋間圧力検出器の代替計測時の要求精度

蓋間圧力の警報設定は上限値を約 0.31MPa、下限値を約 0.23MPa として、その中間値である 0.27MPa を警報設定値としている。計器誤差を考慮しても、下限値に達する前に警報を発生させる必要があることから、計器誤差の要求の最大値は $\pm 0.04\text{MPa}$ ($\pm 14.8\%$ at 0.27MPa) とする。

②蓋間圧力検出器の代替計測時の計器誤差

蓋間圧力の代替計測は、代替の圧力検出器を接続し、圧力検出器の信号を直接、データロガー（表示器）を使用して計測する。

代替の圧力検出器の仕様は本設と同じであり、前置増幅器、P I O装置及び表示・警報装置がデータロガーに置き換わることとなる。

データロガーを使用した場合の計器誤差は、 $\pm 1.6\%$ (at 0.27MPa) であり、本設の構成における計器誤差 $\pm 2.21\%$ (at 0.27MPa) と同程度であり、計器誤差の要求の範囲内である。

(2) 表面温度検出器の代替計測

①表面温度検出器の代替計測時の要求精度

表面温度の警報設定は警報設定値を 120°C、セット値を 112°Cとしている。代替計測時においても、この考え方に変更はないことから、代替計測における計器誤差の要求の最大値は、 $\pm 8.0^\circ\text{C}$ とする。

②表面温度の代替計測時の計器誤差

表面温度の代替計測は、非接触式可搬型温度計を用いて、既設温度計の近傍の表面温度を計測する。

使用を予定している非接触式可搬型温度計 (testo 835) の計器誤差は、 $\pm 1.1^\circ\text{C}$ であり、本設の計器構成における計器誤差 $\pm 3.09^\circ\text{C}$ と同程度であり、計器誤差の要求の範囲内である。

ただし、非接触式可搬型温度検出器は赤外放射温度を計測しており、熱電対により接触して温度を計測しているものとは計測原理が異なることから、同じ場所の温度を測定しても、同じ計測値にはならない可能性がある。また、キャスク表面の同じ場所を測定するためには、本設の表面温度検出器を取り外す必要がある。そのため、表面温度検出器の近くに測定ポイント定め、定期的に測定を行い、評価を行う。

(3) 給排気温度検出器の代替計測

①給排気温度検出器の代替計測時の要求精度

排気温度高の警報設定は警報設定値を 45℃、セット値を 39℃としている。代替計測時においても、この考え方に変更はないことから、代替計測における計器誤差の要求の最大値は、±6.0℃とする。

給排気温度差高の警報設定は警報設定値を 10.5℃、セット値を 6.0℃としている。代替計測時においても、この考え方に変更はないことから、代替計測における給排気温度差高の計器誤差の要求の最大値は、2箇所計測で 4.5℃となる。代替計測では給気側の温度と排気側の温度を同一の計器で計測し、計測結果の差を求めることとなることから、1箇所当たりの要求精度は、±3.18℃となる。

②給排気温度の代替計測時の計器誤差

給排気温度の代替計測は、温度検出器（熱電対あるいは測温抵抗体）を、伸縮性ポールを用いて既設温度計の近傍に配置し、ポータブルのデジタル温度計に接続して温度を計測する。

使用を予定している温度検出器（熱電対）とデジタル温度計（testo925）の計器誤差は、±2.24℃であり、本設の計器構成における計器誤差±2.93℃と同程度であり、計器誤差の要求の範囲内である。

5. 自然災害等における代替計測について

使用済燃料貯蔵施設では、金属キャスクの閉じ込め機能が確保されていることを監視すること、そして、金属キャスクと貯蔵建屋の遮蔽機能及び除熱機能が確保されていることを監視することが要求されている。また、使用済燃料貯蔵規則第27条（記録）では、金属キャスクの蓋間圧力と表面温度の記録を連続して記録すること及び側壁における線量当量率を1日1回記録することが要求されている。

津波や設備の故障により、本設の設備で閉じ込め機能、除熱機能及び遮蔽機能が確保されていることの監視ができなくなった場合には、準備が整い次第、可搬型の計測器や別の計測器を用いて代わりに1日1回測定することで、各安全機能の監視を行う。

代替計測を行う状態としては、津波による被害状況や設備の故障状況など、想定する被害状況により代替計測の方法が変わる可能性があることから、設工認申請書の添付12「計測制御系統施設に関する説明書」では、最も厳しいケースとして、津波により金属キャスク上部まで被水した場合について、説明している。津波を含めた、他の自然災害時における代替計測の方法について説明する。

なお、代替計測の頻度は1日1回の測定、4日目以降は外部支援が期待できるものとする。

(1) 津波の場合

津波の場合、想定する津波高さがT.P.26mと高く、貯蔵建屋内も浸水するため、金属キャスク上部まで被水する。そのため、キャスク上部に設置される蓋間圧力検出器も被水し、すべての計測設備および電気設備が使用できなくなる。

そのため、南側高台の資機材保管庫で保管している代替計測用計測器等を用いて代替計測を行う。複数の方法がある場合は、いずれかの方法で計測する。

蓋間圧力：蓋間圧力検出器は被水して使用できなくなることから、代替計測用の圧力検出器を取り付ける。

データロガー*¹（圧力検出器の出力（ひずみ）を直接読み取る装置、表示器）を用い、蓋間圧力の出力（ひずみ）を直接読み取り、圧力値に換算する。

表面温度：非接触式の可搬型温度計*¹を用いて表面温度検出器の近傍の温度を測定する。

給排気温度：温度検出器（熱電対）を伸縮するポールを用いて給気口と排気口の既設温度計に近づけ、近傍の温度を測定する。温度検出器のケーブルは手元の可搬型のデジタル温度計*¹（表示器）に接続し、指示値を直接読み取る。

*¹：データロガー、可搬型温度計、デジタル温度計の電源は乾電池

(2) 外部火災の場合

外部火災では、貯蔵建屋の周囲に設けられ防火帯により貯蔵建屋は防護されるが、防火帯の外に設置されている設備については厳しめに評価を行うこととし、移動電源車の接続箱、受変電施設及び南側高台の緊急時対策所・資機材保管庫は使用できなくなることを想定する。

この想定では、東北電力ネットワーク株式会社からの外部電源及び移動電源車が使用できなくなることから、無停電電源装置の給電可能時間（8時間）を超過すると、計測に必要な電気がなくなってしまう、本設設備を使用した計測ができなくなる。

貯蔵建屋が防護され建屋内部に影響を与えないことから、貯蔵建屋内に設置される本設の蓋間圧力検出器、表面温度検出器、給排気温度検出器は損傷せず、そのまま使用することができる。そのため、本設の設備の使用を前提とした、代替計測を行う。複数の方法がある場合は、いずれかの方法で計測する。

蓋間圧力：蓋間圧力検出器と前置増幅器間のケーブルを取り外し、蓋間圧力検出器とデータロガー（表示器）を、ケーブルで接続する。

表面温度：①非接触式の可搬型温度計*1を用いて表面温度検出器の近傍の温度を測定する。

②貯蔵架台上の端子箱、あるいはP I O装置において、表面温度検出器の出力信号を読み取り、温度に換算する。出力信号の読み取りは、デジタルマルチメータ*2を用いる。（さらなる信頼性向上の観点からの計測方法）

給排気温度：①温度検出器（熱電対）を伸縮するポールを用いて給気口と排気口の既設温度計に近づけ、近傍の温度を測定する。温度検出器のケーブルは手元の可搬型のデジタル温度計*1（表示器）に接続し、指示値を直接読み取る。

②P I O装置において、給排気温度検出器の出力信号を読み取り、温度に換算する。出力信号の読み取りは、デジタルマルチメータ*2を用いる。（さらなる信頼性向上の観点からの計測方法）

*1：可搬型温度計、デジタル温度計の電源は乾電池（充電式乾電池含む）

*2：デジタルマルチメータの電源は乾電池（充電式乾電池含む）

(3) 竜巻の場合

金属キャスクは、貯蔵建屋により竜巻により飛来する設備から防護されることから、貯蔵建屋内の設備は健全性が維持される。しかし、貯蔵建屋の外に設置されている設備については外部火災と同様に厳しめに評価を行うこととし、移動電源車の接続箱、受変電施設及び南側高台の緊急時対策所・資機材保管庫は使用できなくなることを想定する。

そのため、外部火災と同様に、本設の設備の使用を前提とした、代替計測を行う。

(4) 火山の場合

火山の噴火による降灰については、諸対応を行うことにより貯蔵建屋は健全性が維持できることから、貯蔵建屋内の設備も健全性が維持される。しかし、貯蔵建屋の外に設置されている設備については外部火災と同様に厳しめに評価を行うこととし、移動電源車の接続箱、受変電施設及び南側高台の緊急時対策所・資機材保管庫は使用できなくなることを想定する。

そのため、外部火災と同様に、本設の設備の使用を前提とした、代替計測を行う。

(5) その他の自然現象の場合

その他の自然現象については、貯蔵建屋とその他の建屋へ影響を与える可能性は少なく、代替計測が必要となるケースは少ないと考えられるが、代替計測の必要性が生じた場合には、津波や外部火災における方法を参考に代替計測を行う。

(6) 放射線に関する代替計測

放射線に関する代替計測は、放射線サーベイ機器を用いるもので、設工認申請書の添付 14-3「放射線サーベイ機器に関する説明書」にて、説明している。放射線サーベイ機器を用いた代替計測は、対象とする自然現象により変わるものではない。

エリアモニタの代替計測としては、管理区域における線量当量率を周知するための定点（7点）において、ガンマ線と中性子線の線量当量率を測定する。

モニタリングポストの代替計測としては、モニタリングポスト近傍で定期的に測定している定点ポイント（2点）において、ガンマ線と中性子線の線量当量率を測定する。

(7) 代替計測に必要な設備の保管場所

津波時に使用する代替計測用計測器及び**表示器**、治具等は、津波の影響を受けない南側高台の資機材保管庫に保管する。

外部火災、竜巻時に使用する代替計測用計測器及び**表示器**、治具等は貯蔵建屋内に保管する。

6. 蓋間圧力検出器による負圧維持管理について

金属キャスクは、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持する設計としている。

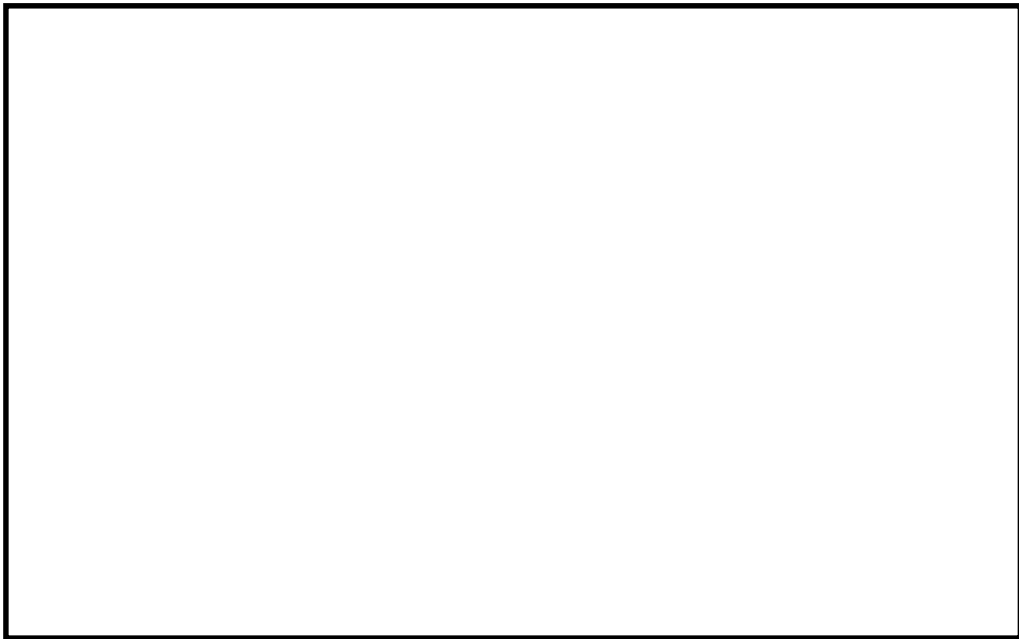
蓋間圧力の経時変化が基準漏えい率を超えない低下である場合は、圧力障壁を維持するために、適宜、蓋間空間にヘリウムガスを再充填する。その際、再充填回数を把握し、過剰な充填とならないように管理することで、間接的に負圧維持を確認する。

(1) 蓋間圧力低下時の確認方法

貯蔵中の金属キャスクの蓋間圧力は、蓋間圧力検出器により監視、記録できる設計とする。

貯蔵中に蓋間圧力の低下が確認された場合、あるいは警報が発生した場合は、蓋間圧力の経時変化を確認し、基準漏えい率との比較を行うことにより、閉じ込め機能の健全性を確認する。確認の結果、閉じ込め機能が健全であると判断された場合は、蓋間空間にヘリウムガスの再充填を行う。

基準漏えい率で漏えいする場合の蓋間圧力の経時変化を第6-1図に示す。



第6-1図 基準漏えい率で漏えいした場合の蓋間圧力の経時変化
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

蓋間圧力については、警報の他に圧力の経時的な変化についても監視を行う。

「蓋間の圧力が急激に低下する場合」は、蓋部の閉じ込め機能の異常による漏えい率の著しい変化が有る状態（基準漏えい率を超える場合）を意味し、蓋間圧力の経時変化（圧力低下）として観測されることになる。その場合には、外部に漏れてきたヘリウムガスをスニッファープローブで吸い込み、漏れを検出する方法（ヘリウム漏れ試験（スニッファー法））等により漏えい箇所を調査し、漏えいが認められれば、二次蓋金属ガスケットの交換、蓋間圧力検出器の継手部点検（例：増締め）もしくは部品交換を行う。

(2) 蓋間空間へのヘリウムガスの再充填の管理方法

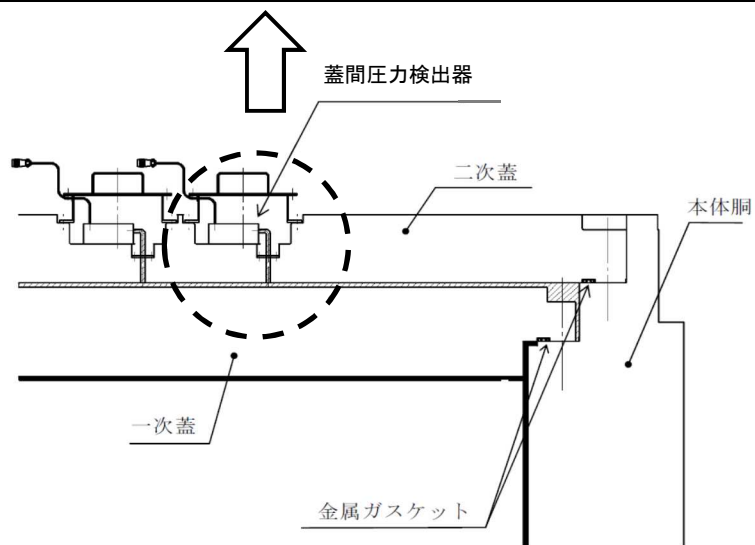
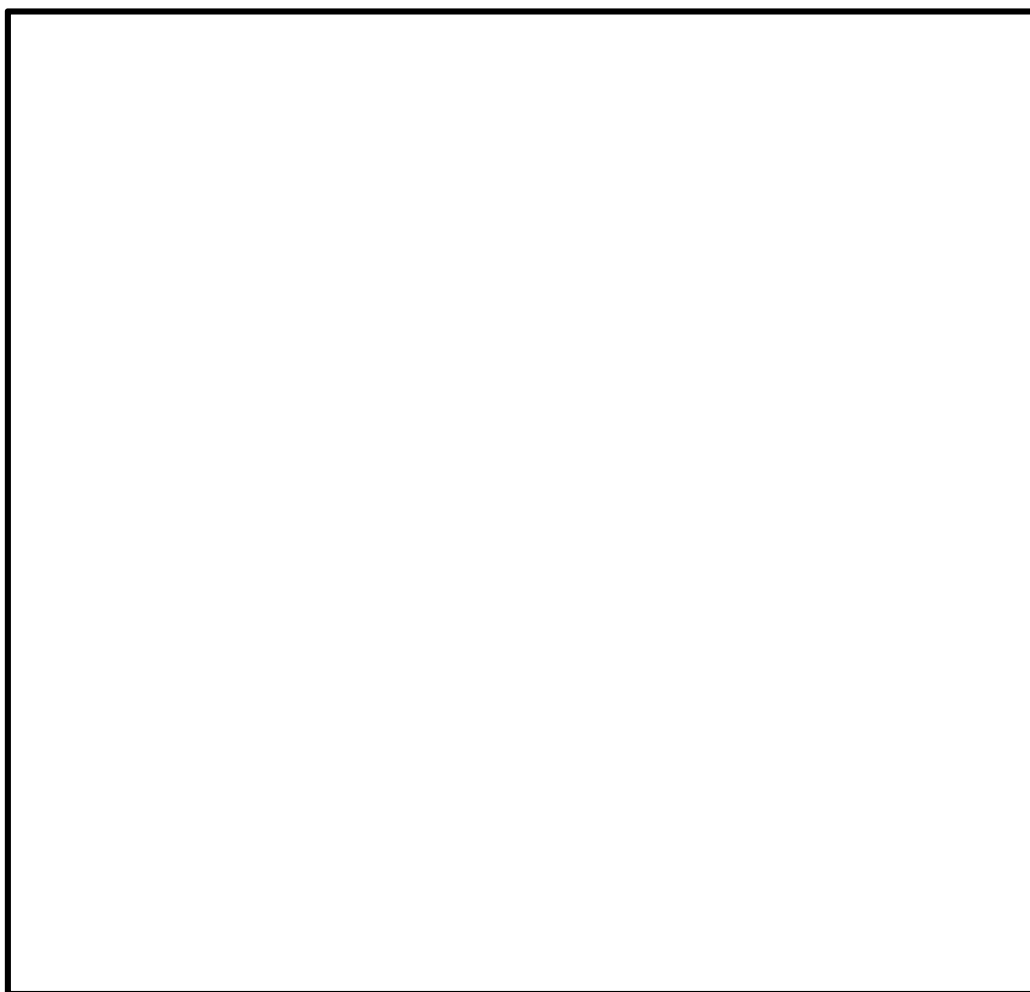
使用済燃料貯蔵施設において蓋間空間へヘリウムガスを再充填する場合には、再充填回数を管理し、過剰な充填とならないように管理する。再充填回数を管理することで、金属キャスク内部の圧力を負圧に維持する。BWR用大型キャスク(タイプ2A)の場合、蓋間圧力が、初期圧力(0.41MPa abs)から警報設定値(0.27MPa abs)まで低下した場合に、蓋間空間にヘリウムガスを再充填すると仮定すると、約10回まで再充填することができる。

蓋間空間に約10回を超える再充填が必要となる可能性が予見される場合は、金属キャスク搬出の検討を行う。

(3) 蓋間空間へのヘリウムガスの再充填方法

蓋間空間へのヘリウムガスは、第6-2図の閉止プラグ部にヘリウム充填装置(圧力計、Heポンプ、真空ポンプ等により構成)を接続し、第6-2図の二次バルブを開けることにより、ヘリウム充填装置から所定の圧力までヘリウムを再充填する。

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。



第6-2図 蓋間圧力検出器（圧力検出部）の構成図
（BWR用大型キャスク（タイプ2A））

7. 蓋間圧力検出器の保守管理について

(1) 蓋間圧力検出器の校正方法

蓋間圧力検出器の校正は、第6-2図の閉止プラグ部に試験器（加圧器、圧力計等により構成される。）を接続し、圧力調整（減圧～加圧）を行い、表示・警報装置の出力が所定の圧力になるように、貯蔵架台上の端子箱に設置される前置増幅器の調整を行う。

なお、一次バルブ、二次バルブについては、点検等に伴うバルブの開閉操作の繰り返しによる弁座のシートパスが想定される。バルブ弁座のシートパスについては、二次バルブの場合は一次バルブを閉止して交換作業を行う。一次バルブの場合は二次蓋金属ガスケットの交換と同様に、蓋間圧力開放の可否を判断したうえで、蓋間圧力監視孔の金属ガスケットを含め一次バルブの交換を行う。

(2) バルブの保守管理について

貫通孔及び金属ガスケットによるシール部の構成図を第7-2図に示す。

二次蓋に装着された蓋間圧力検出器は、第7-1図に示す構造であり、受圧部には貫通部は存在しない。

圧力センサの保守管理は校正を1回/年程度とし、蓋間圧力検出器は二系統の構成になっており、圧力検出部の一次バルブを閉にすることで、一方の蓋間圧力検出器で蓋間圧力を測定しながら、蓋間圧力を開放することなく、校正や交換等が可能である。

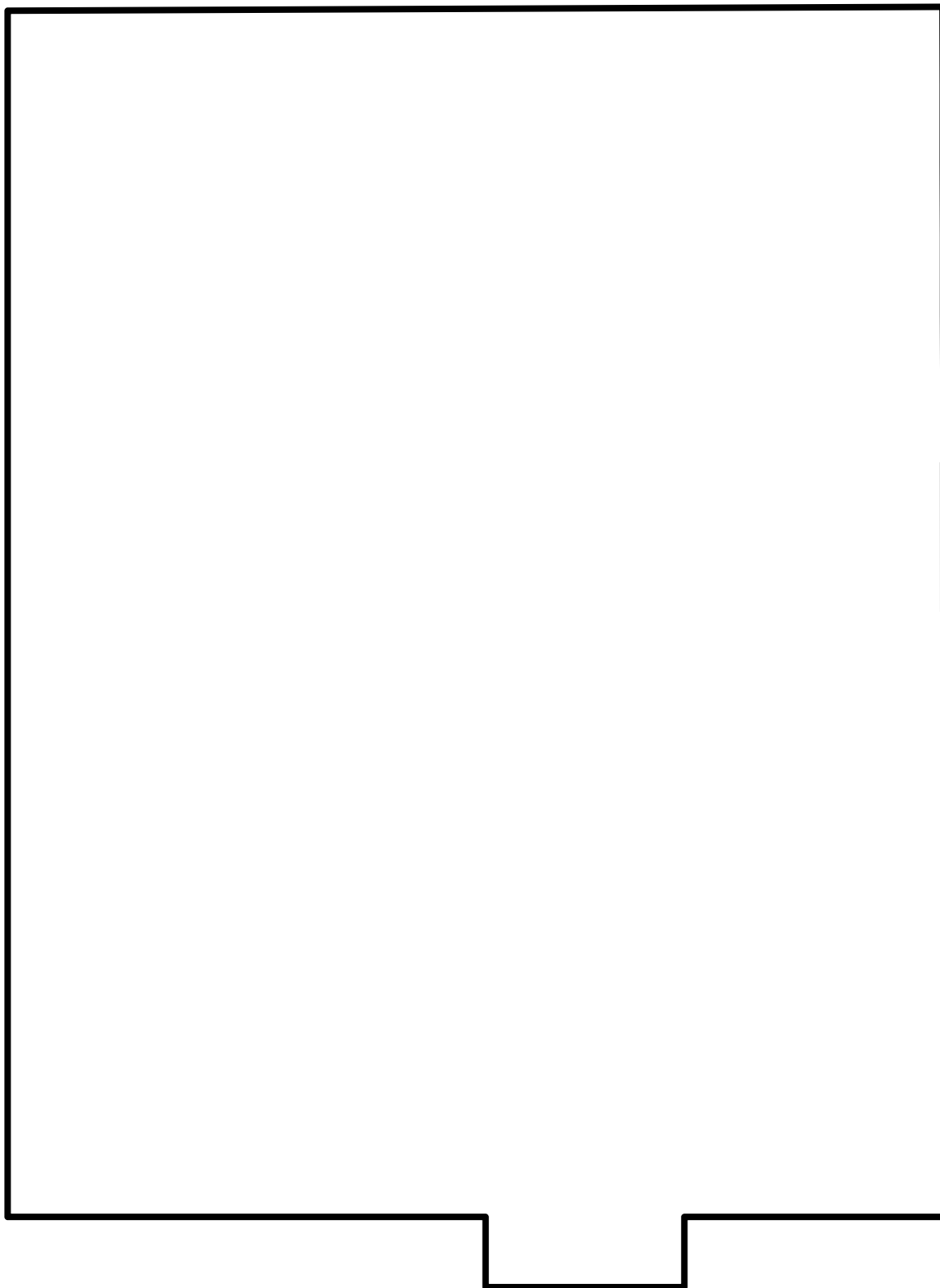
蓋間圧力検出器の圧力検出部で想定される事象として、溶接部、継手部及びガスケット部からの漏えいと、点検等に伴うバルブの開閉操作の繰り返しによる弁座のシートパスがある。漏えい箇所の特長は、外部に漏れてきたヘリウムガスをスニッファープローブで吸い込み、漏れを検出する方法（ヘリウム漏れ試験（スニッファー法））により行う。漏えいが認められた場合には、蓋間圧力検出器の金属ガスケット交換、継手部点検（例：増締め）もしくは部品交換を行う。

最も漏えいの可能性のある部位は、使用済燃料貯蔵施設内で組み立てる継手部で、蓋間圧力検出器の一次バルブを閉にすることで蓋間圧力と分離できるため、漏えいが認められた場合は、継手部点検（例：増締め）や部品交換を行う。

万が一、蓋間圧力監視孔の金属ガスケット部から漏えいした場合には、二次蓋金属ガスケットの交換と同様に、蓋間圧力開放の可否を判断したうえで、蓋間圧力監視孔の金属ガスケットの交換を行う。

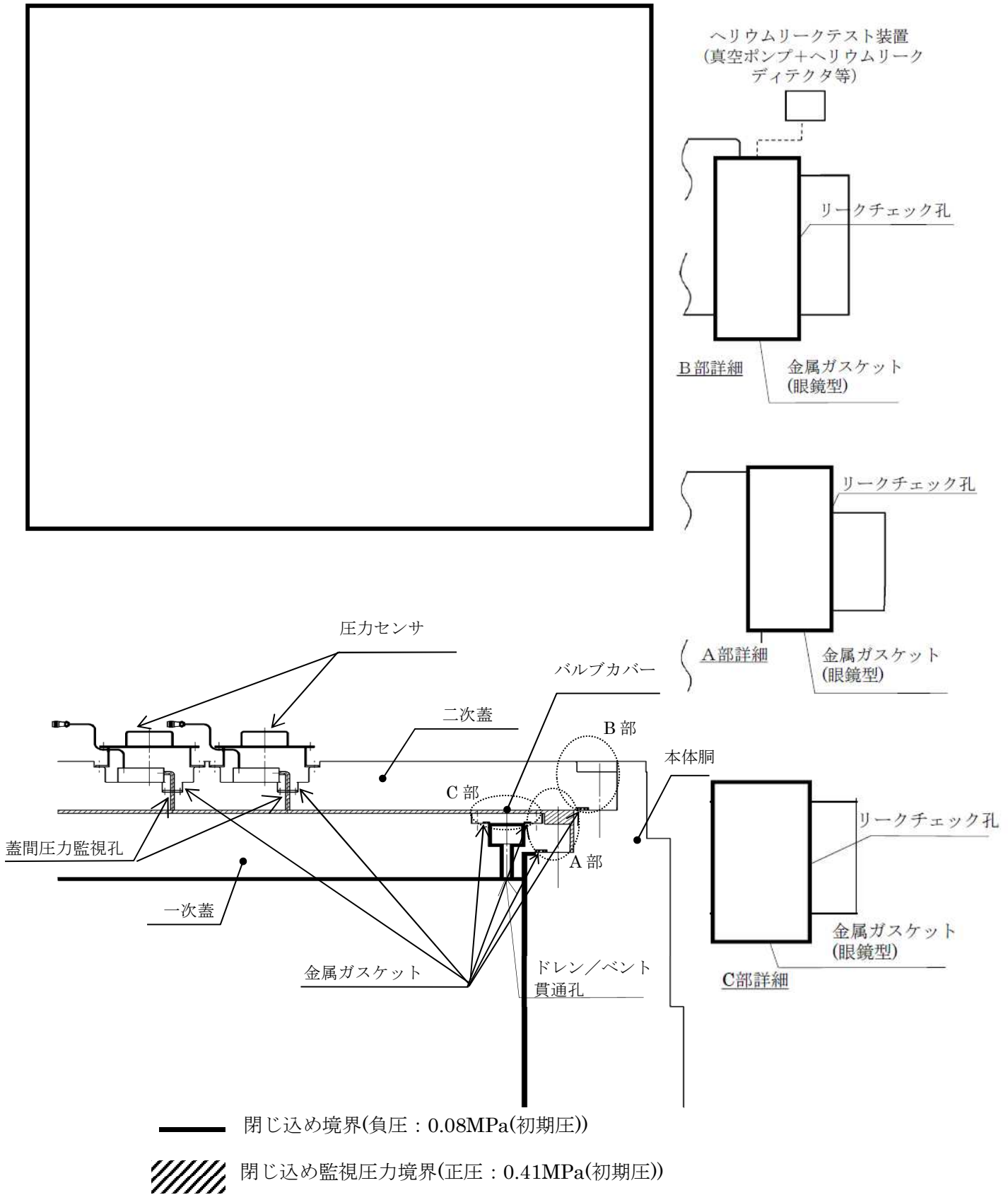
バルブ弁座のシートパスについては、二次バルブの場合は一次バルブを閉止して交換作業を行う。一次バルブの場合は二次蓋金属ガスケットの交換と同様に、蓋間圧力開放の可否を判断したうえで、蓋間圧力監視孔の金属ガスケットを含め一次バルブの交換を行う。類似施設の例はない。

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。



第7-1図 蓋間圧力検出器（圧力検出部）の構成図
（BWR用大型キャスク（タイプ2A））

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。



第7-2図 貫通孔及び金属ガスケットによるシール部の構成図
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

8. 外部記録媒体へのデータの記録と保管について

(1) 外部記録媒体へのデータの記録について

金属キャスクの蓋間圧力、金属キャスクの表面温度及び貯蔵建屋の給排気温度の測定データ及びエリアモニタリング設備とモニタリングポストで測定した線量率のデータは、キャスク監視盤に記録し、表示・警報装置により定期的に記録媒体に保存する設計としている。

キャスク監視盤へのデータの記録は、1秒間隔で行われる。キャスク監視盤に記録したデータの、キャスク監視盤における保存期間は以下の通り。

データの種類	保存期間
1秒毎の測定データ	40日
1分毎の測定データ（毎分ゼロ秒）	1年2ヶ月
10分毎の測定データ	2年6ヶ月

保安に関する記録として記録媒体に保存する場合は、CD-RあるいはDVD-Rといったデータを書き換えることができない記録媒体を用いる。記録周期の考え方は以下の通り。

- ① 1週間毎に、1秒毎の測定データをCD-Rに記録する。
- ② 1年毎に1分毎の測定データ（毎分ゼロ秒）をDVD-Rに記録する。記録終了後は、1週間毎のデータを記録したCD-Rは廃棄する。

①として、1週間毎にデータを記録する目的は、1年毎に記録媒体に記録する場合、次の記録媒体に記録するまでの間に津波に被災した際のデータの欠損を防止するために、行うものである。

なお、記録媒体への記録と保存に当たっては、「核燃料物質の加工の事業に関する規則等に係る電磁的方法による保存等をする場合に確保するよう努めなければならない基準」（平成二十四年九月十九日 原子力規制委員会告示第二号）を遵守するとともに、管理方法を保安規定に定め、運用する。

(2) データを記録した記録媒体の保管について

保安に関する記録として記録媒体に出力した場合、バックアップを作成する。保管は外部火災等の影響を受けない貯蔵建屋監視盤室と津波の影響を受けない予備緊急時対策所に保管する。

(3) さらなる信頼性向上としての表示・警報装置について

表示・警報装置は、貯蔵建屋監視盤室（CL1）と事務建屋2階のモニタールーム（CL4）に設置する。また、さらなる信頼性向上として、事務建屋1階大会議室（CL2）と事務建屋2階宿直室前（CL3）に設置する。いずれも、測定データの表示、警報の発報及び記録媒体に記録する機能を有する設計とする。

9. 計測設備の電源について

(1) 主要な計測設備の電源について

蓋間圧力、表面温度、給排気温度を測定し、表示、警報を発する計測設備は、常時、無停電電源装置から給電されている。無停電電源装置は、外部電源（東北電力ネットワーク（株））から、所内の電源母線を介して給電されている。無停電電源装置は蓄電池を内蔵しており、外部電源が喪失した場合でも蓄電池に蓄えた電力を用いて給電することで、接続される設備には無停電で給電が継続される。

無停電電源装置は、貯蔵建屋の無停電分電盤と圧力変換器給電盤を介して、信号を入出力するPIO装置、キャスク監視盤、表示・警報装置及び蓋間圧力検出器の前置増幅器に給電する。また、事務建屋のキャスク監視設備無停電分電盤を介して、事務建屋内の表示・警報装置に給電する。

無停電電源装置は、外部電源喪失時には8時間の給電が可能な設計とし、無停電電源装置の可能時間を超える外部電源喪失時には、電源車で発電した電気を、所内の電源母線を介して無停電電源装置に給電する。

電源車は、3時間給電した後、30分停止させて給油を行うことを繰り返すことで、72時間の給電が可能な設計としている。なお、給油に伴う30分の停止時には、無停電電源装置の蓄電池に蓄えた電力を用いて給電が継続される。

要目表に記載される蓋間圧力検出器、表面温度検出器及び給排気温度検出器の電源を下表に示す。

検出器	蓋間圧力検出器	表面温度検出器	給排気温度検出器
通常時の電源	無停電電源装置	無停電電源装置	無停電電源装置
外部電源喪失時の電源 (無停電電源装置の給電可能時間以内)	無停電電源装置	無停電電源装置	無停電電源装置
外部電源喪失時の電源 (無停電電源装置の給電可能時間を超える場合)	電源車 (無停電電源装置を介して給電)	電源車 (無停電電源装置を介して給電)	電源車 (無停電電源装置を介して給電)

各検出器と制御盤類に、給電元となる電源（無停電電源装置）を追記した系統図を、第9-1～3図に示す。また、計測設備の電源系統図を第9-4図に示す。

なお、蓋間圧力検出器の前置増幅器は貯蔵架台上の中継端子箱に設置されている。中継端子箱内には、スペースヒータが設置されており、貯蔵建屋105V電源盤から給電されている。外気温が設計温度-10℃を下回る状況で外部電源が喪失した場合には、電源車から貯蔵建屋105V電源盤を介して、スペースヒータに給電する運用とする。

(2) 代替計測用計測器の電源について

要目表に記載される代替計測用計測器（圧力検出器、非接触式可搬型温度計及び温度検出器）の電源を下表に示す。

代替計測用計測器	圧力検出器	非接触式可搬型温度計	温度検出器
外部電源喪失時の電源	—*1 (表示器は乾電池*3)	乾電池*3	—*2 (表示器は乾電池*3)

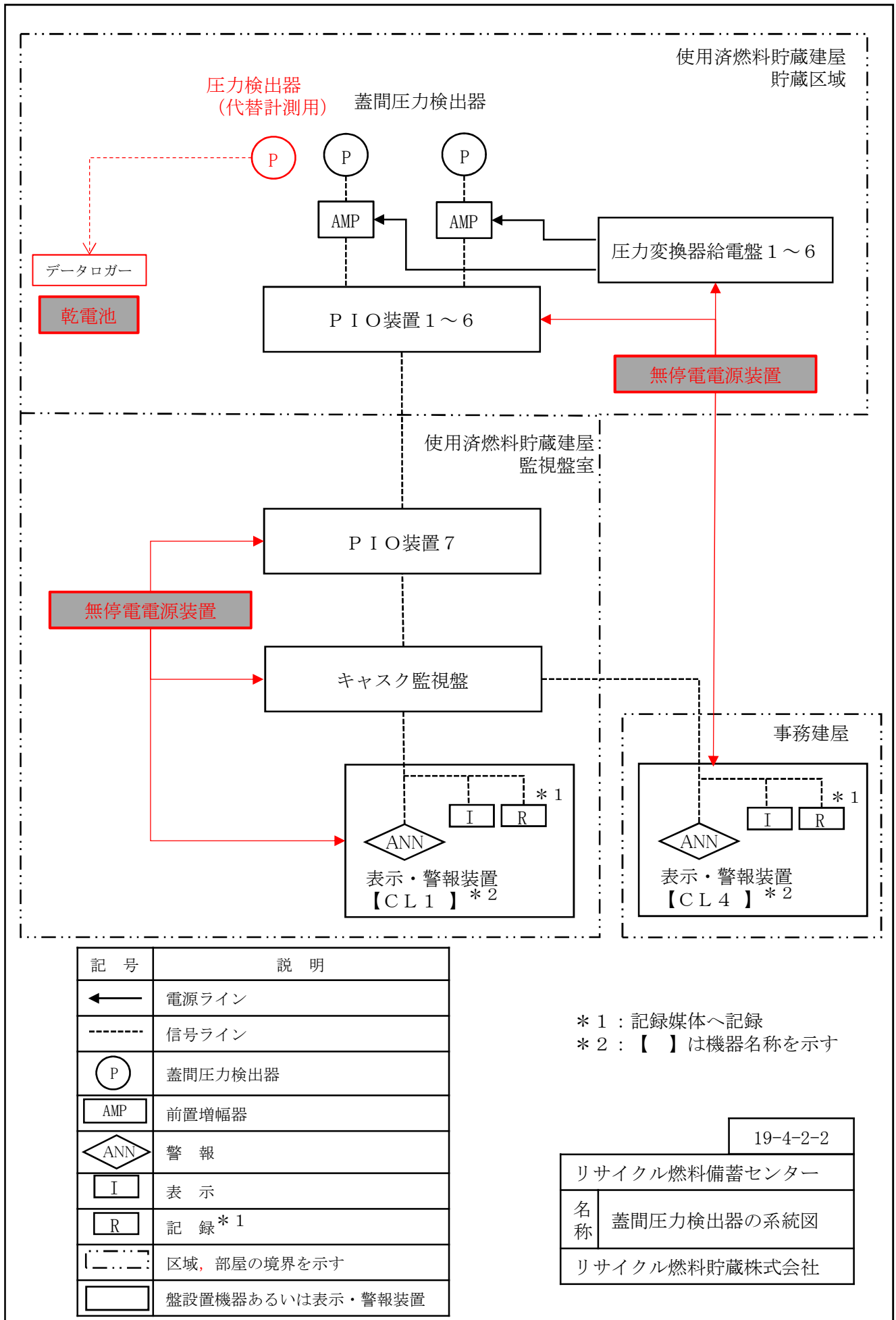
*1：通常、圧力検出器（蓋間圧力検出器）は、圧力に応じたひずみを電気信号に変換して出力するが、代替計測に使用する場合は圧力検出器で検出したひずみを直接、データロガー（表示器）で読み取ることから、圧力検出器自体の電源は不要である。

*2：温度検出器は熱電対で、温度に応じた直流電圧を出力することから、温度検出器自体の電源は不要である。

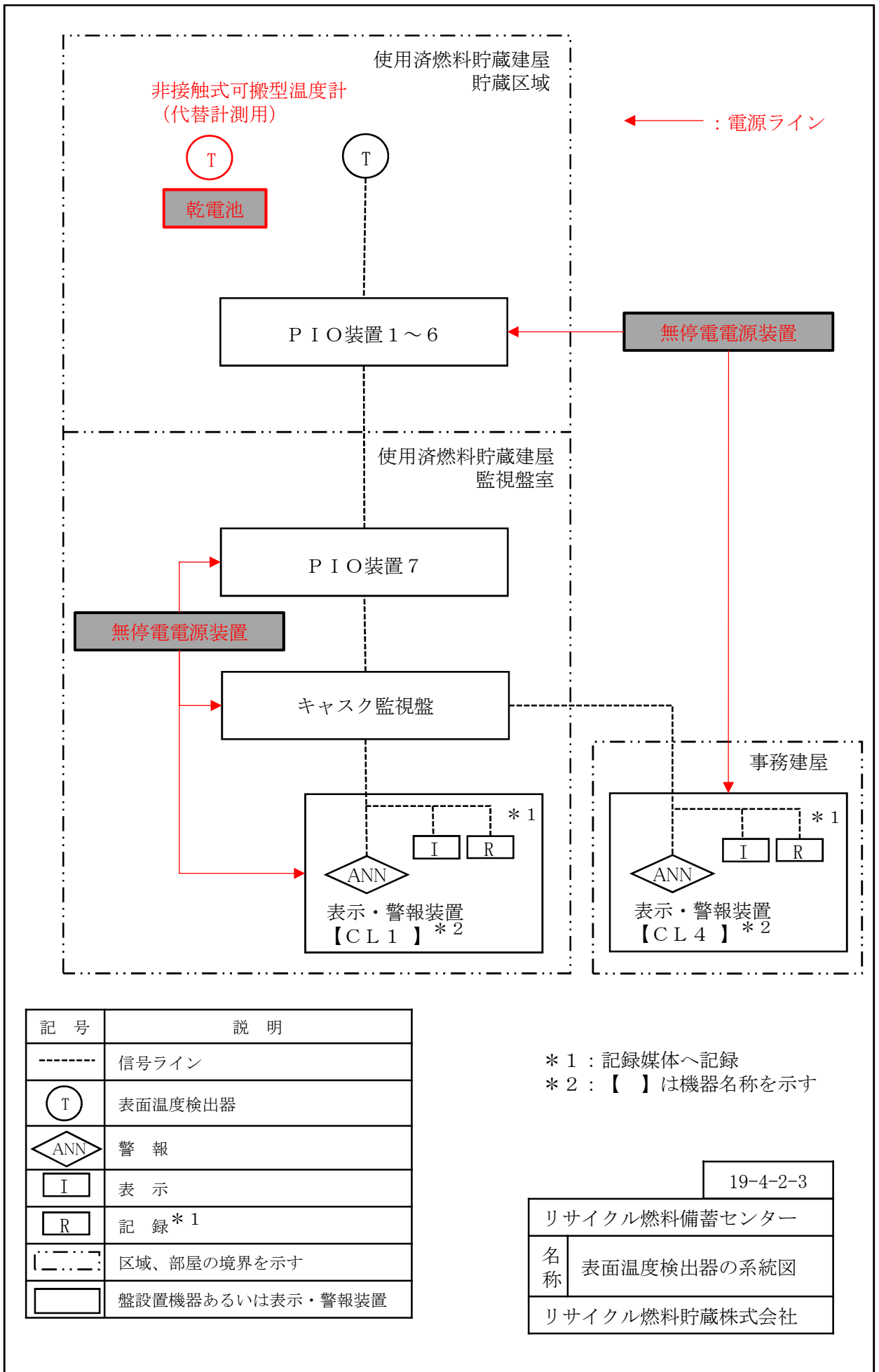
*3：乾電池には、充電式乾電池を含む。

代替計測用計測器（表示器を含む）の電源は乾電池（充電式乾電池含む）であり、外部電源の有無にかかわらず使用が可能な設計としている。

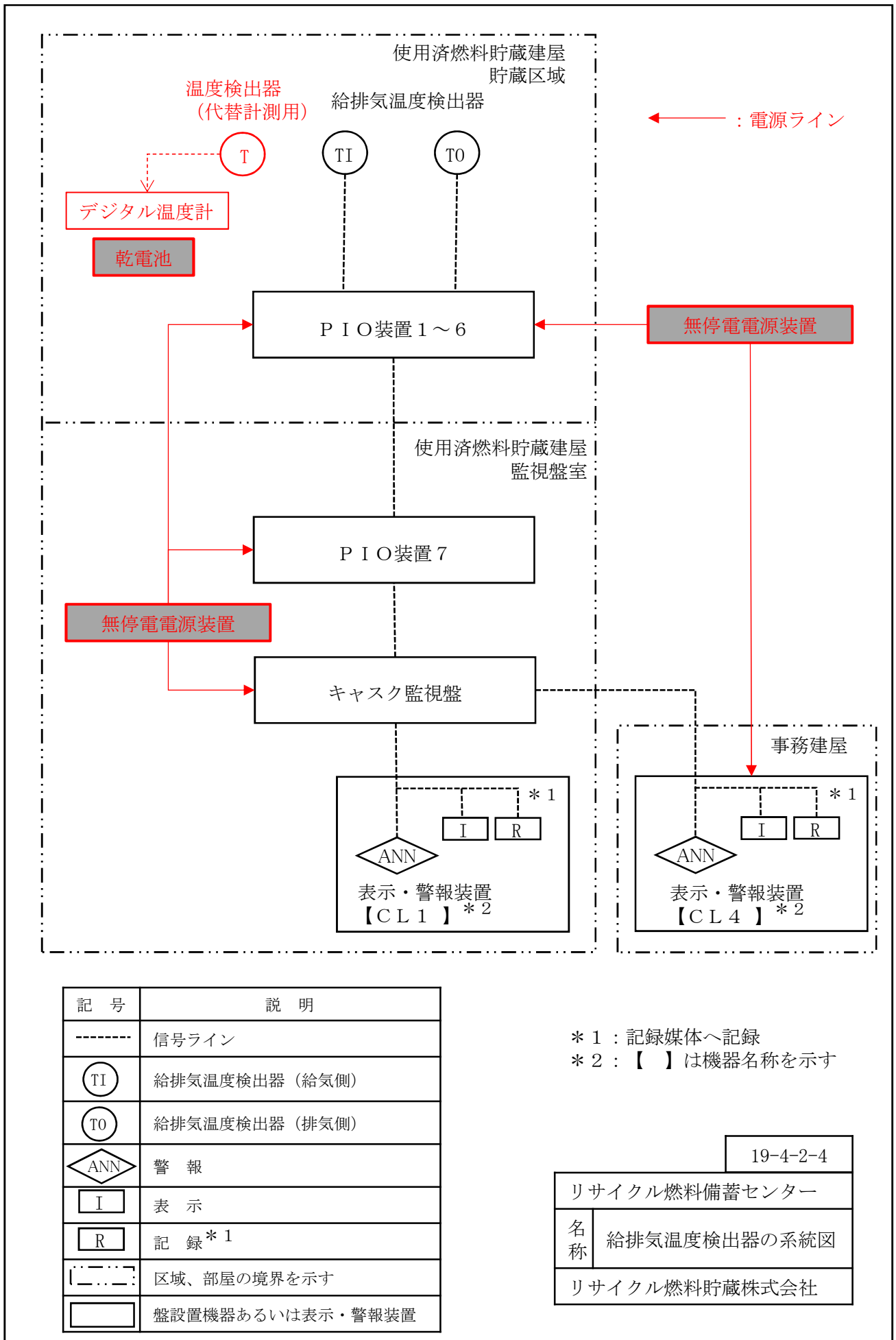
事業変更許可の段階では代替計測用計測器の電源として、バッテリー式可搬型電源や可搬型ディーゼル発電機等の仮設電源の使用を想定していたが、その後の設計進捗により仮設電源を使用せずに代替計測を行えることが確認できたことから、仮設電源の使用については、設工認申請書には記載していない。



第9-1図 蓋間圧力検出器の系統図 (電源追記)



第9 - 2 図 表面温度検出器の系統図 (電源追記)

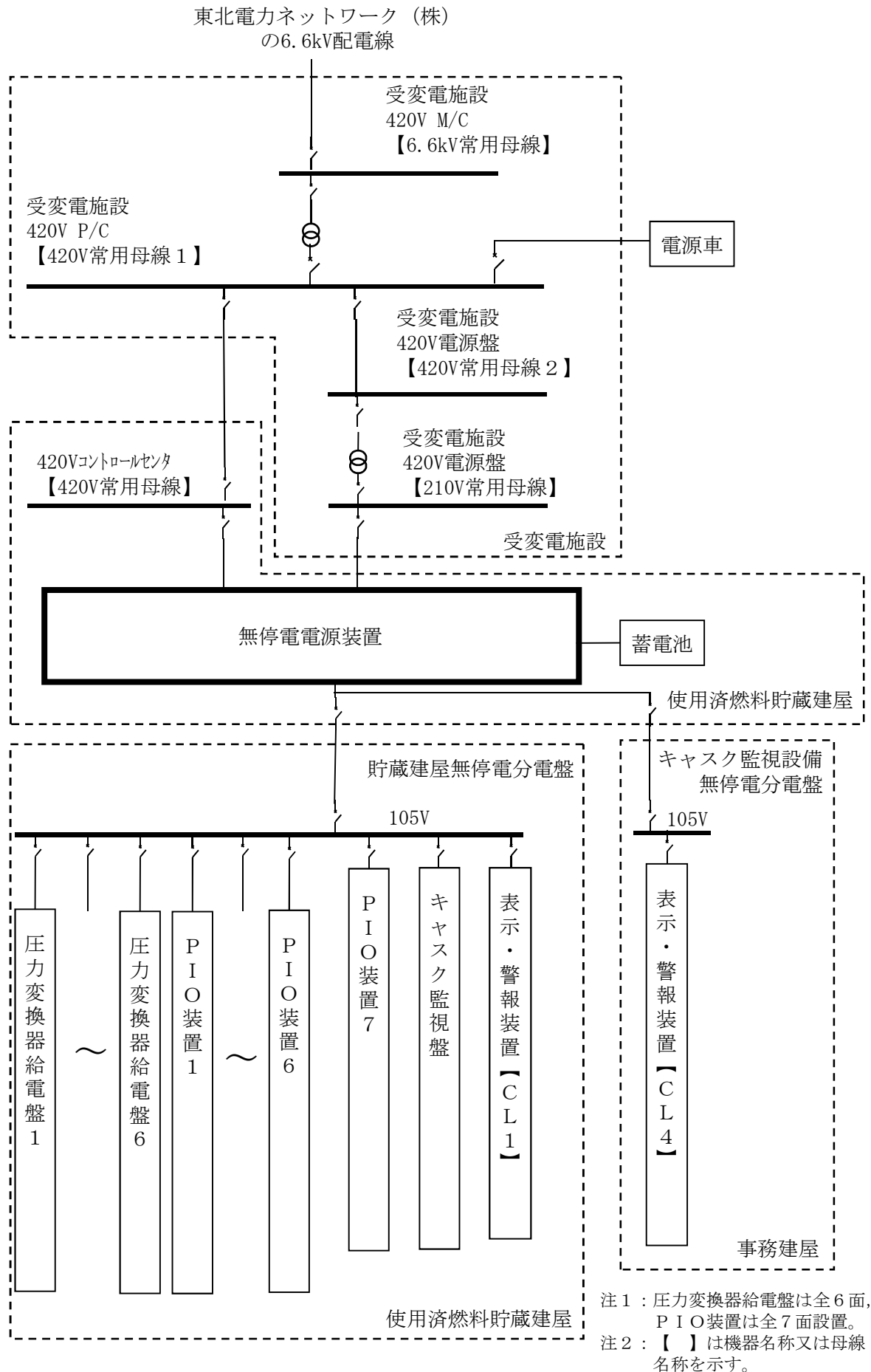


記号	説明
-----	信号ライン
(TI)	給排気温度検出器 (給気側)
(TO)	給排気温度検出器 (排気側)
◇ANN	警報
I	表示
R	記録*1
┌-----┐	区域、部屋の境界を示す
▭	盤設置機器あるいは表示・警報装置

*1 : 記録媒体へ記録
 *2 : 【 】は機器名称を示す

19-4-2-4	
リサイクル燃料備蓄センター	
名称	給排気温度検出器の系統図
リサイクル燃料貯蔵株式会社	

第9-3図 給排気温度検出器の系統図 (電源追記)



第9-4図 計測設備の電源系統図