

女川原子力発電所2号炉 使用済燃料プール監視設備について

平成31年1月
東北電力株式会社

【目 次】

1. 新規制基準の追加要件について
2. 使用済燃料プール監視設備の構成
3. 使用済燃料プール監視設備の仕様
4. 電源構成

参考資料 使用済燃料プール監視設備(重大事故等対処設備
含む)について

1. 新規規制基準の追加要件について(1/2)

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第34条(計測装置), 第47条(警報装置等)	追加要件に対する適合のための 基本方針
<p>3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。</p> <p>一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。</p>	<p>【技術基準規則第34条(計測装置)】 発電用原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する装置を施設しなければならない。ただし、直接計測することが困難な場合は、当該事項を間接的に測定する装置を施設することをもって、これに代えることができる。</p> <p>十四 使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する水槽の水温及び水位</p> <p>【技術基準規則第47条(警報装置等)】 2 発電用原子炉施設には、使用済燃料貯蔵槽の水温の著しい上昇又は使用済燃料貯蔵槽の水位の著しい低下を確実に検知し、自動的に警報する装置を施設しなければならない。ただし、発電用原子炉施設が、使用済燃料貯蔵槽の水温の著しい上昇又は使用済燃料貯蔵槽の水位の著しい低下に自動的に対処する機能を有している場合は、この限りでない。</p>	<p>使用済燃料プールの水位・水温・燃料取扱場所の放射線量を中央制御室において監視し、異常時に警報を発信する設計とする。</p>
<p>二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項(以下「パラメータ」という。)を監視することができるものとする。</p>	<p>【技術基準規則第34条(計測装置)】 3 第一項第十二号から第十四号までに掲げる事項を計測する装置(第一項第十二号に掲げる事項を計測する装置にあつては、燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備に属するものに限る。)にあつては、外部電源が喪失した場合においてもこれらの事項を計測することができるものでなければならない。</p>	<p>使用済燃料プールの水位・水温・燃料取扱場所の放射線量を測定する設備については、外部電源が利用できない場合においても、非常用所内電源からの電源供給により、監視可能な設計とする。</p>

1. 新規制基準の追加要件について(2/2)

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第34条(計測装置),第47条 (警報装置等)	適合のための基本方針
—	<p>【技術基準規則第34条(計測装置)】</p> <p>4 第一項第一号及び第三号から第十五号までに掲げる事項を計測する装置にあつては、計測結果を表示し、記録し、及びこれを保存することができるものでなければならない。ただし、設計基準事故時の放射性物質の濃度及び線量当量率を計測する主要な装置以外の装置であつて、断続的に試料の分析を行う装置については、運転員その他の従事者が測定結果を記録し、及びこれを保存し、その記録を確認することをもって、これに代えることができる。</p>	<p>使用済燃料プールの水位・水温・燃料取扱場所の放射線量を測定する設備の測定結果を表示・記録し、これを保存する。</p>

2. 使用済燃料プール監視設備の構成(1/2)

使用済燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備の一覧を以下に示す。

表1 使用済燃料プール監視設備一覧(1/2)

名称	種類	測定範囲の考え方	計測範囲	警報設定値	取付箇所	個数
燃料貯蔵プール水位	フロート式 水位検出器	水位が通常水位(O.P.32895mm) 近傍であること。	—	水位高 通常水位+ 35mm (O.P.32930mm)*1 水位低 通常水位-165mm (O.P.32730mm)*1	原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
燃料プールライナドレン 漏えい	フロート式 水位検出器	使用済燃料プールライナ部から の漏えいを検知できること。	—	ドレン止め弁(O.P.15550mm) +528mm(O.P. 16078mm)*1	原子炉建屋 1階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
燃料プール冷却浄化系 ポンプ入口温度	熱電対	燃料プール冷却浄化系の系統に よりプール温度は52℃以下に維 持されており、使用済燃料プール の水が通常温度より高くなったこ とを検出するため、プール水の最 高許容温度(65℃)に余裕を見た 温度とする。	0~100℃	温度高 57℃	原子炉建屋 中2階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
燃料貯蔵プール水温度	熱電対	燃料プール冷却浄化系の系統に よりプール温度は52℃以下に維 持されており、使用済燃料プール の水が通常温度より高くなったこ とを検出するため、プール水の最 高許容温度(65℃)に余裕を見た 温度とする。	0~100℃	温度高 57℃	原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
使用済燃料プール水位 /温度 (ガイドパルス式)	ガイドパルス式 水位検出器	使用済燃料プールの上端近傍から 下端近傍まで測定できること。	-4300~7300mm (O.P.21620~ O.P.33220mm)*2	水位低 通常水位-165mm (O.P.32730mm)*1	原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
	測温抵抗体	使用済燃料プール内における冷 却水の過熱状態を監視できるこ と。	0~120℃	温度高 57℃	原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1*3

*1: O.P. (女川原子力発電所工事用基準面)=T.M.S.L.(東京湾平均海面)-0.74m

*2: 使用済燃料ラック上端(O.P.25920mm)を基準(0mm)とする。

*3: 検出点2箇所

別添資料2: 1.2 使用済燃料プール監視設備
(設計基準対象施設)について

2. 使用済燃料プール監視設備の構成(2/2)

表1 使用済燃料プール監視設備一覧(2/2)

名称	種類	測定範囲の考え方	計測範囲	警報設定値	取付箇所	個数
燃料交換フロア放射線モニタ	半導体式放射線検出器	燃料取扱場所の遮へい設計区分Cの上限値(0.05mSv/h)を包含して測定できる範囲とする。	10 ⁻⁴ ~1mSv/h	バックグラウンドの3倍	原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
原子炉建屋原子炉棟排気放射線モニタ	半導体式放射線検出器	原子炉建屋原子炉棟から放出される換気空調系排気を連続的に監視し、放射線量について異常な上昇を検知した場合に、原子炉建屋原子炉棟換気空調系を隔離し、非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの10倍以上が計測できる範囲とする。	10 ⁻⁴ ~1mSv/h	高高 バックグラウンドの10倍 高 バックグラウンドの5倍	原子炉建屋 中3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	4
燃料取替エリア放射線モニタ	半導体式放射線検出器	燃料取替エリアの放射線レベルを連続的に監視し、放射線量について異常な上昇を検知した場合に、原子炉建屋原子炉棟換気空調系を隔離し、非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの10倍以上が計測できる範囲とする。	10 ⁻³ ~10mSv/h	高高 バックグラウンドの10倍 高 バックグラウンドの5倍	原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	4

計測結果については、「女川原子力発電所原子炉施設保安規定(規程)第11章 記録および報告 第121条」に定める保安に関する記録、及び社内規程に基づき保存期間等を定めて保管することとしている。

別添資料2: 1.2 使用済燃料プール監視設備(設計基準対象施設)について
1.3 使用済燃料プール監視設備(設計基準対象施設)の計測結果の記録及び保存について
1.5 使用済燃料プール監視設備(設計基準対象施設)の設置場所について

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(1/9)

(1) 燃料貯蔵プール水位

- 使用済燃料プールの通常補給レベルの監視及び基準水位レベル(O.P.32895mm)からの水位の異常な低下及び上昇の早期監視を行う。
- 水位高警報については、使用済燃料プール水位の異常な上昇によって運転床面へプール水が溢れるのを事前に検知するための設定値を設ける。【通常水位 +35mm(O.P.32930mm)】
- 水位低警報については、燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位低下を考慮し、想定していない異常な水位低下を早期に検知するため、燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位より下に設定値を設ける。【通常水位 -165mm(O.P.32730mm)】

(設備仕様)

- ・個数 : 1個
- ・設置場所 : 原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)
- ・警報設定値 : 水位高: 通常水位 + 35mm (O.P.32930mm)
水位低: 通常水位 -165mm (O.P.32730mm)

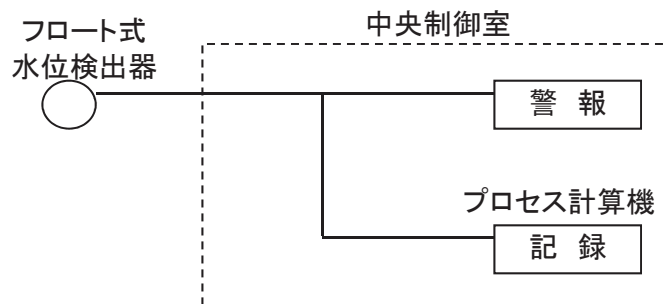


図1 燃料貯蔵プール水位の概略構成図

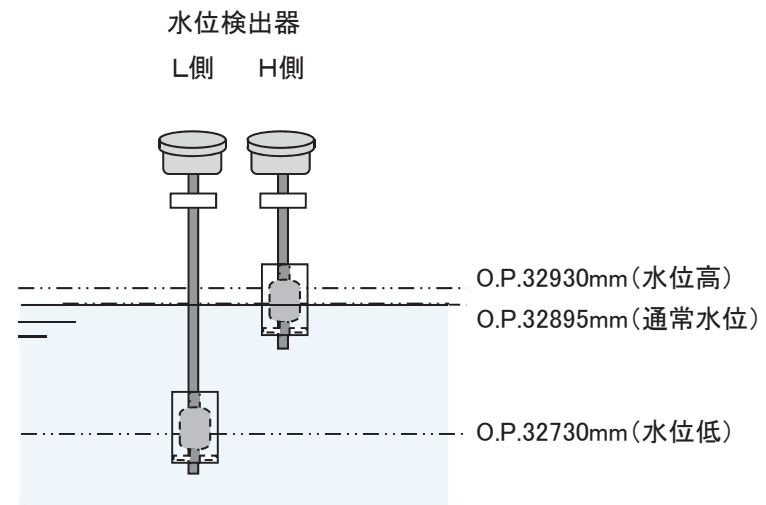


図2 燃料貯蔵プール水位の警報設定値

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(2/9)

(2) 燃料プールライナドレン漏えい

- 使用済燃料プールライナから漏えいがある場合、漏えいしたプール水は燃料プールライナドレン漏えい検出系配管を通じ、ドレン溜にたまる。このドレン水位を検出することで使用済燃料プールライナからの漏えいを監視する。
- 燃料プールライナドレン漏えい警報設定値については、漏えい検出器の下流側に設けたドレン止め弁からの水位により早期に漏えいを検出するよう、ドレン止め弁(O.P.15550mm)から+528mmの位置(O.P.16078mm)とする。

(設備仕様)

- ・個数 : 1個
- ・設置場所 : 原子炉建屋 1階 (原子炉建屋原子炉棟内)
- ・警報設定値: ドレン止め弁(O.P.15550mm)より+528mm(O.P.16078mm)

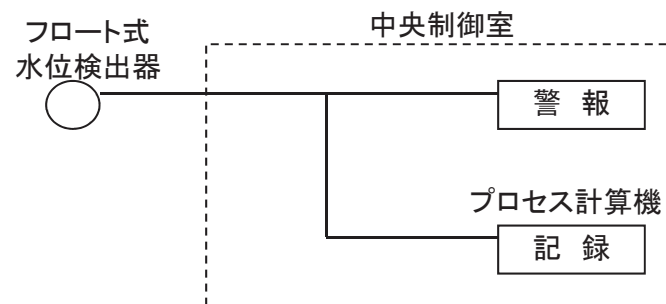


図3 燃料プールライナドレン漏えいの概略構成図

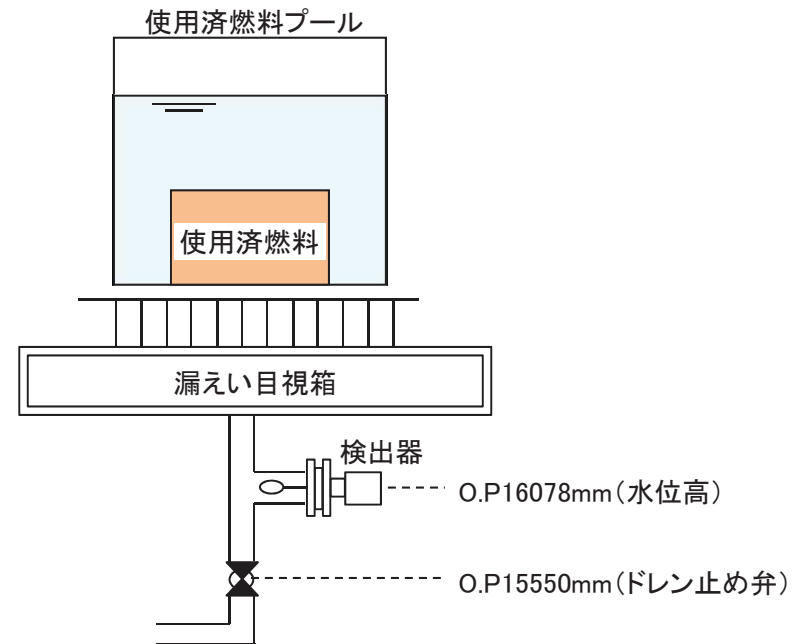


図4 燃料プールライナドレン漏えいの警報設定値

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(3/9)

- (3) 燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度
- 使用済燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握を行う。
 - 計測範囲については、冷却水の過熱状態を監視できるよう、0～100℃の温度計測を可能とする。
 - 警報設定値については、燃料プール冷却浄化系の系統よりプール温度は52℃以下に維持されており、使用済燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため、プール水の最高許容温度(65℃)に余裕を見た温度(57℃)とする。

(設備仕様)

- ・計測範囲 : 0～100℃
- ・個数 : 1個
- ・設置場所 : 原子炉建屋 中2階
(原子炉建屋原子炉棟内)
- ・警報設定値: 温度高 57℃

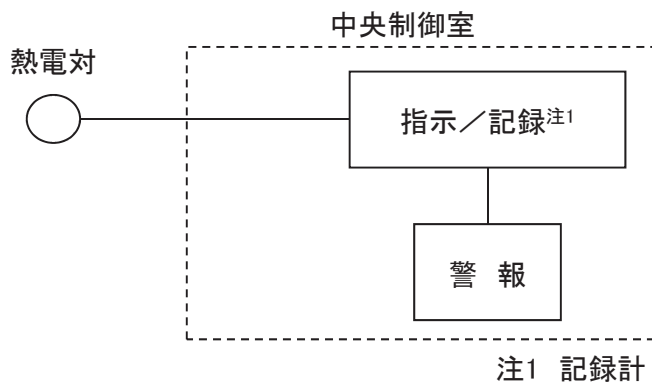


図5 燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度の概略構成図

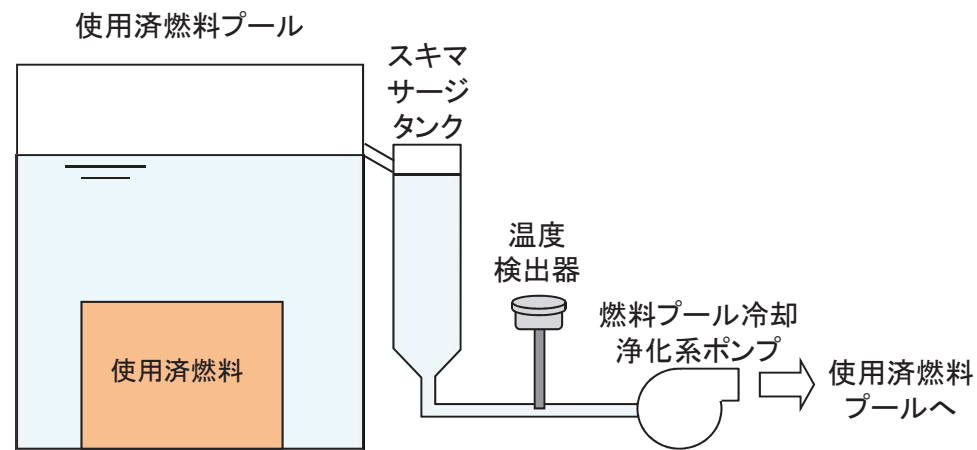


図6 燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度の設置図

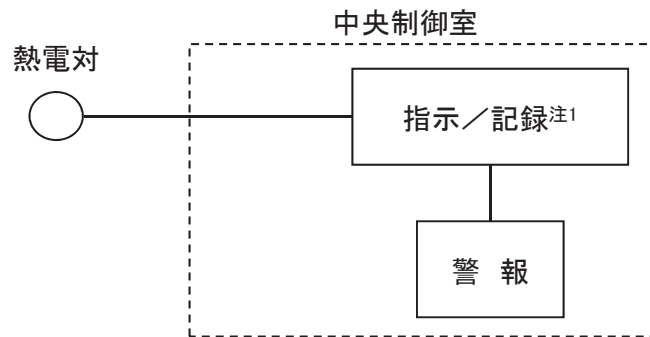
3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(4/9)

(4) 燃料貯蔵プール水温度

- 使用済燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握を行う。
- 計測範囲については、冷却水の過熱状態を監視できるよう、0～100℃の温度計測を可能とする。
- 警報設定値については、燃料プール冷却浄化系の系統よりプール温度は52℃以下に維持されており、使用済燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため、プール水の最高許容温度(65℃)に余裕を見た温度(57℃)とする。

(設備仕様)

- ・計測範囲 : 0～100℃
- ・個数 : 1個
- ・設置場所 : 原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)
- ・警報設定値: 温度高 57℃



注1 記録計

図7 燃料貯蔵プール水温度の概略構成図

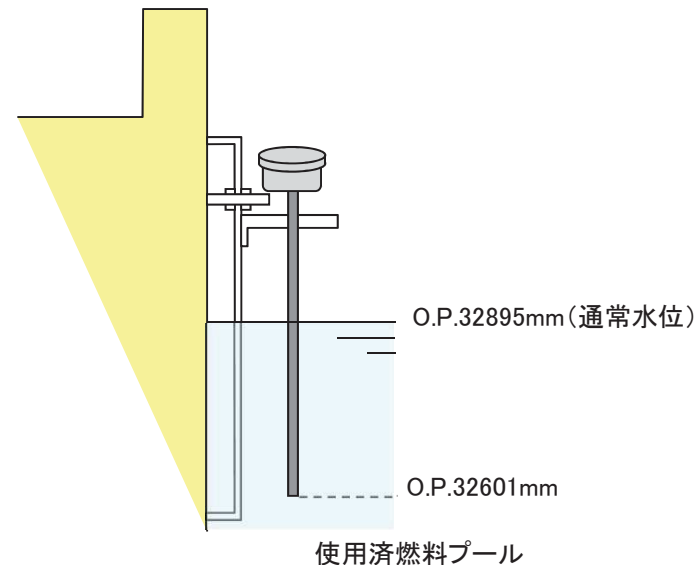


図8 燃料貯蔵プール水温度の設置図

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(5/9)

(5)使用済燃料プール水位／温度(ガイドパルス式)

- 使用済燃料プール水位の異常な低下及び使用済燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握を行う。
- 計測範囲については、以下の設計とする。
 - ・水位・・・使用済燃料プール上端近傍からプール下端近傍まで計測を可能とする。
なお、基準地震動 S_s によるスロッシングを考慮した溢水時(通常水位から270mm低下)においても計測可能な範囲とする。
 - ・温度・・・冷却水の過熱状態を監視できるよう、0～120℃の温度を計測可能とする。
- 警報設定値については、以下の設計とする。
 - ・水位低・・・燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位低下を考慮し、想定していない異常な水位低下を早期に検知するため燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位より下に設定値を設ける。【通常水位 -165mm(O.P.32730mm)】
 - ・温度高・・・燃料プール冷却浄化系の系統によりプール温度は52℃以下に維持されており、使用済燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため、プール水の最高許容温度(65℃)に余裕を見た温度(57℃)とする。

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(6/9)

(設備仕様)

- ・計測範囲 :【水位】 O.P. 21620~33220mm
【温度】 0~120°C
- ・個数 :【水位】 1個
【温度】 1(検出点 2箇所)
- ・設置場所 : 原子炉建屋 3階
(原子炉建屋原子炉棟内)
- ・警報設定値: 水位低: 通常水位 -165mm
(O.P.32730mm)
温度高: 57°C

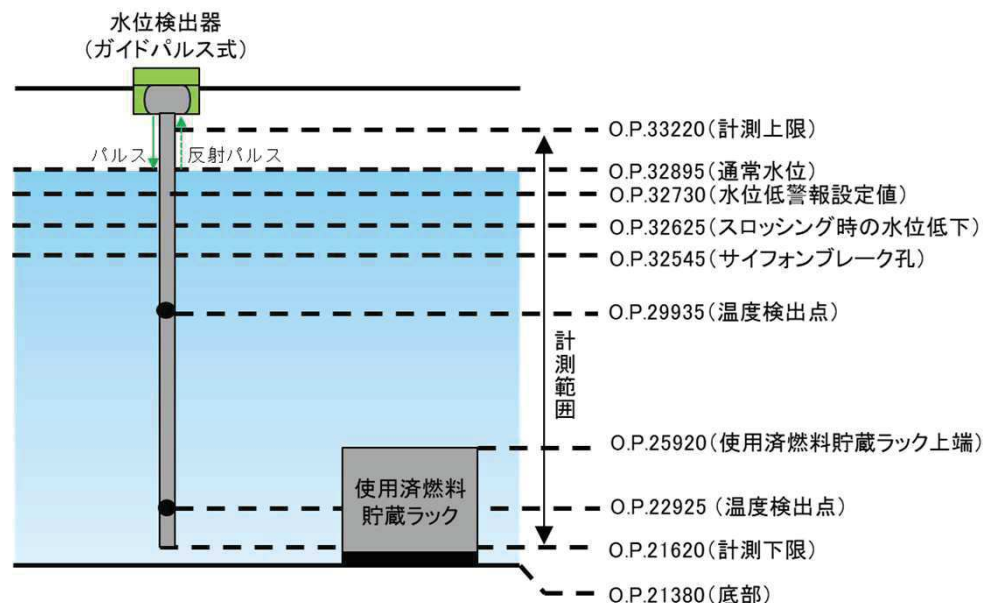


図9 使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)の計測範囲

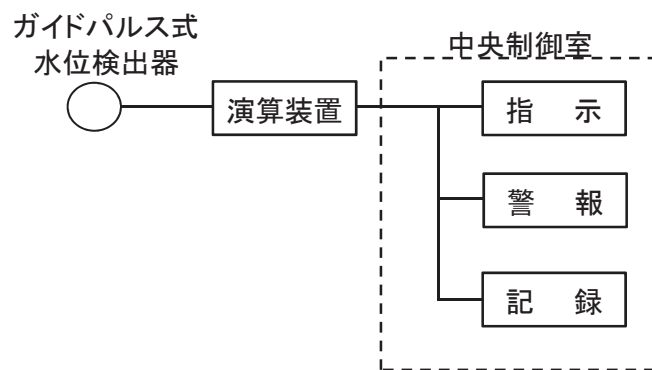


図10 使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)(水位計測)の概略構成図

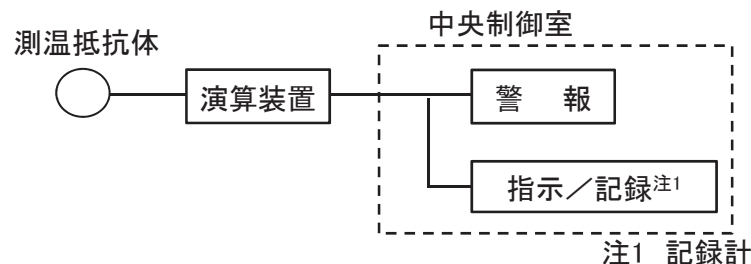


図11 使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)(温度計測)の概略構成図

別添資料2:1.2 (5)使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(7/9)

(6) 燃料交換フロア放射線モニタ

- 燃料取扱エリアにおける放射線量の監視を行う。
- 計測範囲については、燃料取扱場所の遮へい設計区分Cの上限値(0.05mSv/h)を包含して計測できる範囲とし、 10^{-4} ~1mSv/hの線量当量率を計測可能とする。
- 放射能高警報設定値については、通常時の誤動作防止の観点から、バックグラウンドの3倍とする。

(設備仕様)

計測範囲 : 10^{-4} ~1mSv/h

個数 : 1個

設置場所 : 原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)

警報設定値: バックグラウンドの3倍

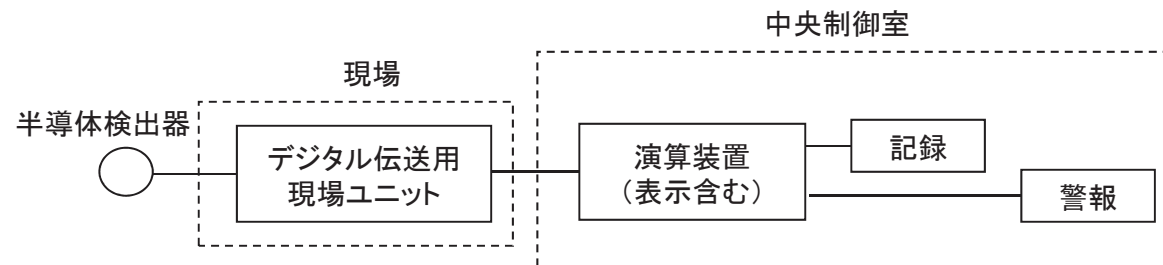


図12 燃料交換フロア放射線モニタの概略構成図

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(8/9)

(7)燃料取替エリア放射線モニタ

- 燃料取替エリアの放射線レベルを連続的に監視し、燃料取扱事故により放射線量の異常な上昇を検知した場合に、中央制御室に警報を発するとともに、原子炉建屋原子炉棟換気空調系を隔離し、非常用ガス処理系を起動する。また、中央制御室換気空調系外気取入ラインを隔離する。
- 計測範囲については、燃料取替エリアの放射線量を連続的に監視し、異常な上昇を検知した場合に、原子炉建屋原子炉棟換気空調系を停止するとともに、非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの10倍以上が計測できる範囲とする。
- 放射能高警報設定値については、事故等による放射線量の上昇を検知するため、バックグラウンドの5倍及び10倍とする。

(設備仕様)

計測範囲 : $10^{-3} \sim 10$ mSv/h

個数 : 4個

設置場所 : 原子炉建屋 3階 (原子炉建屋原子炉棟内)

警報設定値: 高高 バックグラウンドの10倍

高 バックグラウンドの5倍

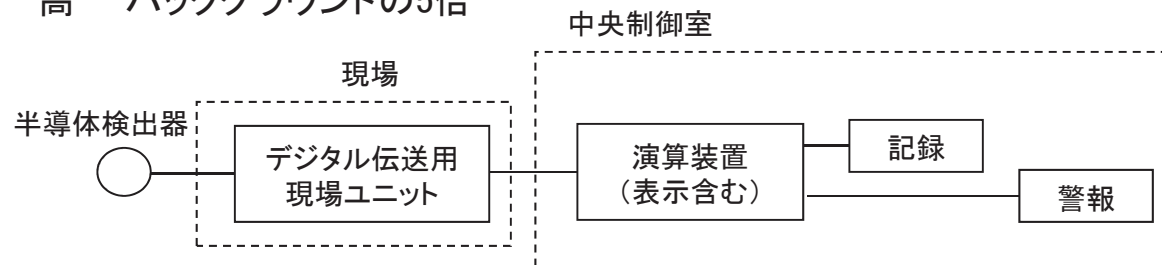


図13 燃料取替エリア放射線モニタの概略構成図

3. 使用済燃料プール監視設備の仕様(9/9)

(8) 原子炉建屋原子炉棟排気放射線モニタ

- 原子炉建屋原子炉棟から放出される換気空調系排気を連続的に監視し、放射線量の異常な上昇を検知した場合には中央制御室に警報を発するとともに、原子炉建屋原子炉棟換気空調系を隔離し、非常用ガス処理系を起動する。また、中央制御室換気空調系外気取入ラインを隔離する。
- 計測範囲については、原子炉建屋原子炉棟から放出される換気空調系排気を連続的に監視し、放射線量の異常な上昇を検知した場合に、原子炉建屋原子炉棟換気空調系を停止するとともに、非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの10倍以上が計測できる範囲とする。
- 放射能高警報設定については、事故等による放射線量の上昇を検知するため、バックグラウンドの5倍及び10倍とする。

(設備仕様)

計測範囲 : $10^{-4} \sim 1\text{mSv/h}$

個数 : 4個

設置場所 : 原子炉建屋 中3階 (原子炉建屋原子炉棟内)

警報設定値: 高高 バックグラウンドの10倍
高 バックグラウンドの5倍

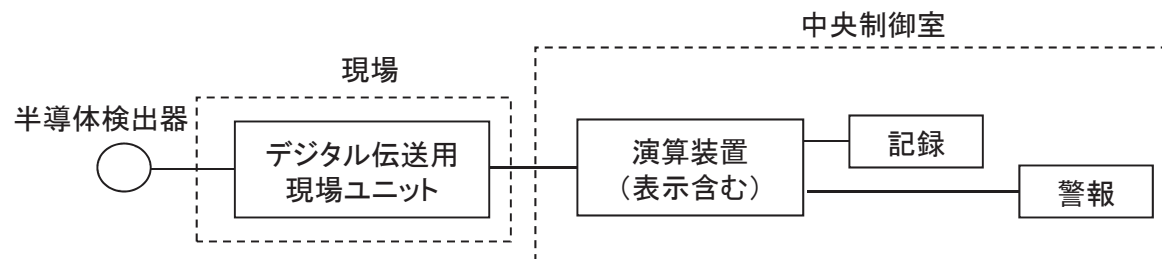


図14 原子炉建屋原子炉棟排気放射線モニタの概略構成図

4. 電源構成

外部電源が利用できない場合においても、使用済燃料プールの水位、温度及び燃料取扱場所の放射線量を監視できるよう非常用所内電源設備より受電し、外部電源が喪失した場合においても計測できるようにする。

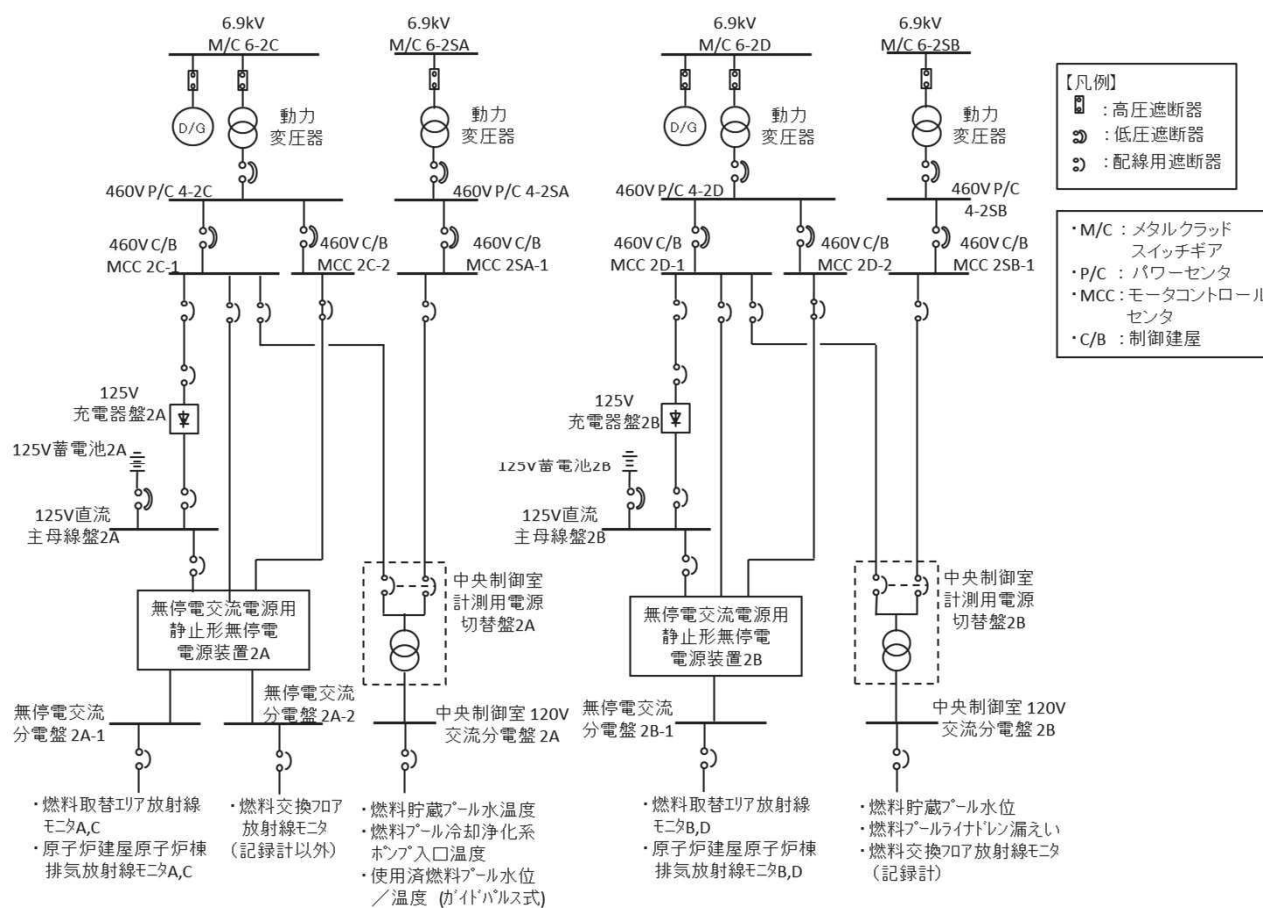
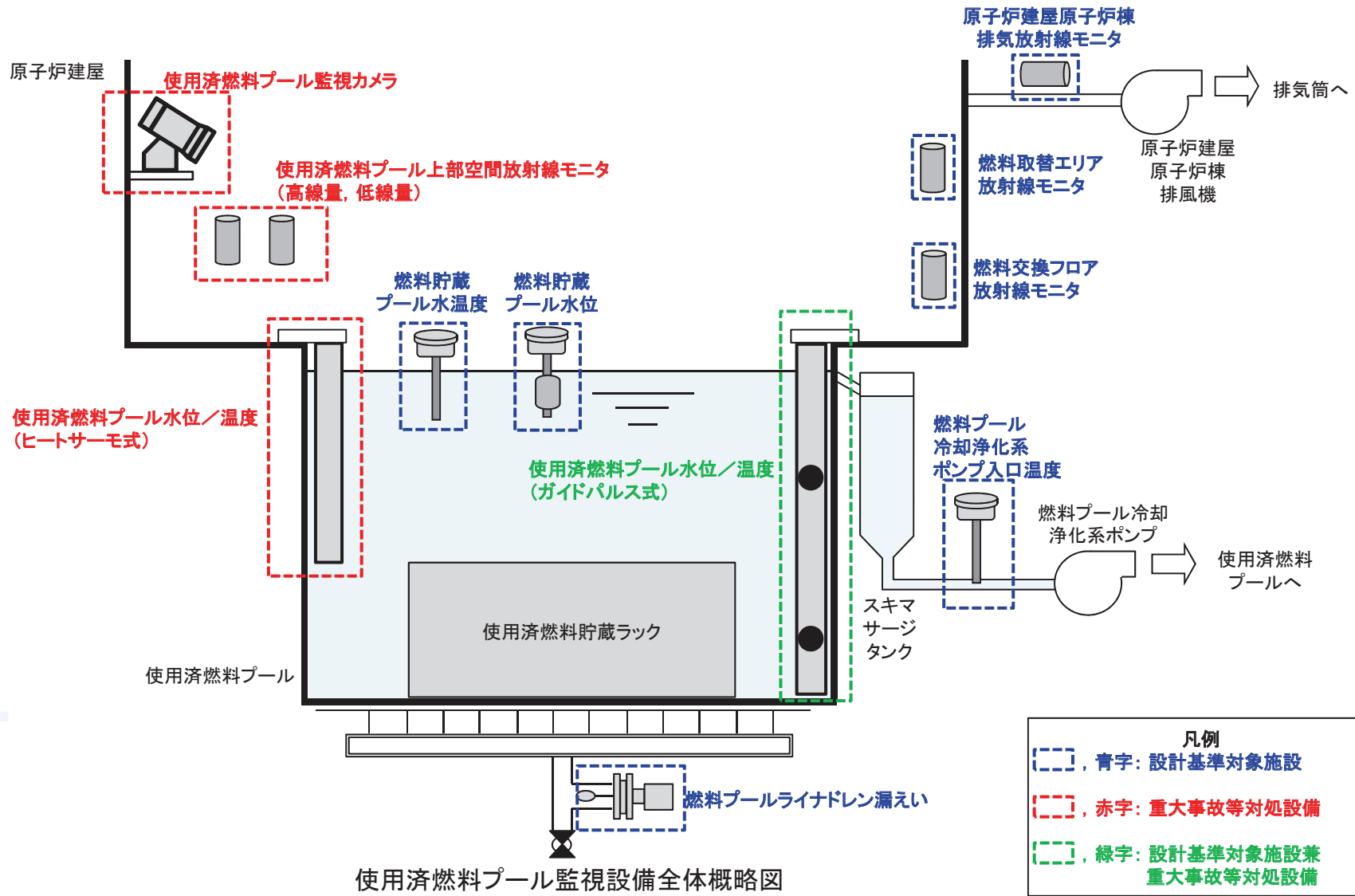


図15 計測装置の電源構成概略図

別添資料2:1.4 使用済燃料プール監視設備(設計基準対象施設)の電源構成について

参考資料 使用済燃料プール監視設備(重大事故等対処設備含む) について(1/2)

重大事故等対処設備を含めた、使用済燃料プール監視設備の概略について、以下の図に示す。



参考資料 使用済燃料プール監視設備(重大事故等対処設備含む) について(2/2)

使用済燃料プール監視設備(重大事故等対処設備)仕様一覧

名称	種類	計測範囲	取付箇所	個数
使用済燃料プール水位/温度 (ガイドパルス式)*1	ガイドパルス式 水位検出器	-4,300~7,300mm*2 (O.P.21620~ O.P.33220mm)*3	原子炉建屋 地上3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
	測温抵抗体	0~120℃		1*4
使用済燃料プール水位/温度 (ヒートサーモ式)	熱電対	0~7,010mm*2 (O.P.25920~ O.P.32930mm)*3	原子炉建屋 地上3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1*5
		0~150℃		
使用済燃料プール上部空間 放射線モニタ(高線量)	電離箱	10 ¹ ~10 ⁸ mSv/h	原子炉建屋 地上3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
使用済燃料プール上部空間 放射線モニタ(低線量)	電離箱	10 ⁻² ~10 ⁵ mSv/h	原子炉建屋 地上3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1
使用済燃料プール監視カメラ	可視光カメラ	—	原子炉建屋 地上3階 (原子炉建屋原子炉棟内)	1

*1: 設計基準対象施設との兼用
 *2: 計測範囲の零は, 使用済燃料上端(O.P.25920mm)
 *3: O.P. (女川原子力発電所工事用基準面)=T.M.S.L.(東京湾平均海面)-0.74m
 *4: 検出点2箇所
 *5: 検出点15箇所