

表1 評価フローⅡにおける「設置状況による抽出」にて検討不要とした
設備等の落下防止分類（2/3）

	抽出項目	No.	詳細	落下防止分類	
ピット 周辺 エリア	電源盤類	59	燃料外観検査装置現場盤	①,②	
		60	燃料移送装置ビット側制御盤	①,②	
		43	新燃料エレベータ制御盤	①,②	
		51	燃料シッピング検査装置現場盤	①,②	
		131	ケーブルトレイ・電線管	①,②	
	フェンス類	45	異物混入防止用フェンス(北側)	①,②	
		46	異物混入防止用フェンス(南側)	①,②	
		25	手摺り(新燃料貯蔵庫)	①,②	
		121	手摺り(燃料関連ビット)	①,②	
	装置類	40	配管(SA)	①,②	
		41	配管(DW)	①,②	
		54	配管(IA)	①,②	
		55	配管(気体廃棄物処理系)	①,②	
		61	燃料移送装置水圧ユニット(ビット側)	①,②	
		50	燃料検査室空調ユニット室外機	①,②	
		52	燃料シッピング検査装置N2循環ユニット	①,②	
		122	燃料シッピング検査装置	①,②	
		123	燃料外観検査装置	①,②	
		118	新燃料エレベータ昇降機	①,②	
		134	配管(雨水)	①,②	
		56	配管(FH)	①,②	
		57	配管(DW)	①,②	
		58	配管(SA)	①,②	
		79	配管(SFPCS)	①,②	
	作業機材類	42	配管(機器ドレン系)	①,②	
		47	配管(SFPCS)	①,②	
		49	配管(空調ドレン系)	①,②	
		140	可搬型使用済燃料ビット水位計	①	
		151	可搬型エリアモニタ指示値監視カメラ	①,②	
		48	構内LAN	①,②	
		72	非常灯	①,②	
		78	所内通話設備	①,②	
	測定機器類	136	照明器具(蛍光灯)	①,②	
	測定機器類	137	照明器具(ハロゲン灯)	①,②	
	測定機器類	138	照明器具(HID)	①,②	
	測定機器類	120	封印板	①,②	
	異物混入 防止用 フェンス 内 エリア	電源盤類	53	可搬型エリアモニタ・電エドラム	①
			62	水中ポンプ制御盤	②
			63	作業用電源盤	②
			76	原子炉建屋管理区域100V雑分電盤	②
			85	作業用電源盤	②
		フェンス類	131	ケーブルトレイ・電線管	②
			68	異物混入防止用フェンス(検査室下)	②
		装置類	139	手摺り(使用済燃料ビット)	②
			134	配管(雨水)	②
			75	使用済燃料ビット水中照明用変圧器	②
			83	配管(SFPCS)	②
81			配管(IA)	②	
82			配管(FSS)	②	
作業機材類		69	エアージャクションボックス	②	
		136	照明器具(蛍光灯)	②	
		137	照明器具(ハロゲン灯)	②	
		65	消火器	②	
		80	消火栓	②	
		102	検査室窓	②	
		84	消火器	②	
		154	バケージ型消火設備	②	
		155	バケージ型消火設備	②	
		64	使用済燃料ビット水位監視カメラ(SA用)	②	
測定機器類		73	プラットホーム	②	
		74	プラットホーム	②	
		66	使用済燃料ビットエリアモニタ	②	
測定機器類		67	使用済燃料ビット水位指示計	②	

表1 評価フローⅡにおける「設置状況による抽出」にて検討不要とした
設備等の落下防止分類（3／3）

	抽出項目	No.	詳細	落下防止分類	
燃料検査室内エリア	電源盤類	94	作業用電源箱	①,②	
		97	燃料検査装置分電盤	①,②	
		109	PPA309	①,②	
	装置類	93	UPS	①	
		92	ラック	①	
		99	燃料検査室空調ユニット	①,②	
		104	燃料外観検査装置ワークステーション	①	
		105	燃料外観検査装置VTRラック	①	
		106	燃料シッピング検査装置ワークステーション	①	
		107	燃料シッピング検査装置分析盤	①	
		96	配管(空気サンプル)	①,②	
		95	配管(消化水系)	①,②	
		作業機材類	86	所内通話設備	①,②
			136	照明器具(蛍光灯)	①,②
	88		下駄箱	①	
	87		棚	①	
	91		ビデオデッキ	①	
	89		ラック	①	
	90		消火器	①,②	
	98		ホワイトボード	①	
	100		ラック	①	
	101		ラック	①	
	103		イス・机	①	
	108		プリンター	①	
	152		ミサイルシールド部封印カバー	①	
	153	シンプルプラグ	①		
	ピット内エリア	装置類	113	破損燃料保管容器	②
115			水中照明	②	
測定機器類		112	使用済燃料ピット水位・水温(既設)	②	
		110	使用済燃料ピット水位(SA用)	②	
		111	使用済燃料ピット水温(SA用)	②	

【落下防止分類】

- ①使用済燃料ピットから離隔距離を確保した手摺り外側に設置，保管及び取扱い
- ②床又は壁面への固定




 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

図1 使用済燃料ピットと周辺設備の配置図

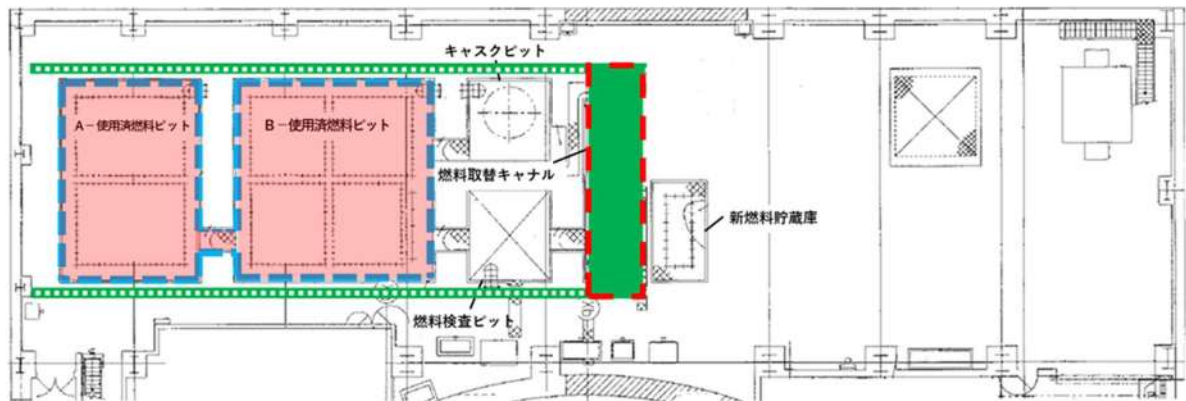


図2 機器のボルトによる壁面固定

使用済燃料ピットクレーンの待機場所について

使用済燃料ピットクレーンは、通常時、使用済燃料ピット上へ原則待機配置しない運用とすることで、使用済燃料ピットへの落下は防止される。

図 1 に、泊 3 号炉における使用済燃料ピットクレーンの通常時待機場所を示す。




 : 使用済燃料ピットクレーン 待機場所

図 1 使用済燃料ピットクレーン 待機場所

使用済燃料ピット周辺における異物管理区域について

泊3号炉における使用済燃料ピット周りは、図1に示すとおり、定検中、運転中及びキャスク取扱中等において、使用済燃料ピットと離隔距離を確保した手摺り（フェンス）等により異物管理区域を設定し、入域の制限及び物品の持ち込みを制限することで、使用済燃料ピットへの異物混入による損傷を未然に防止している。

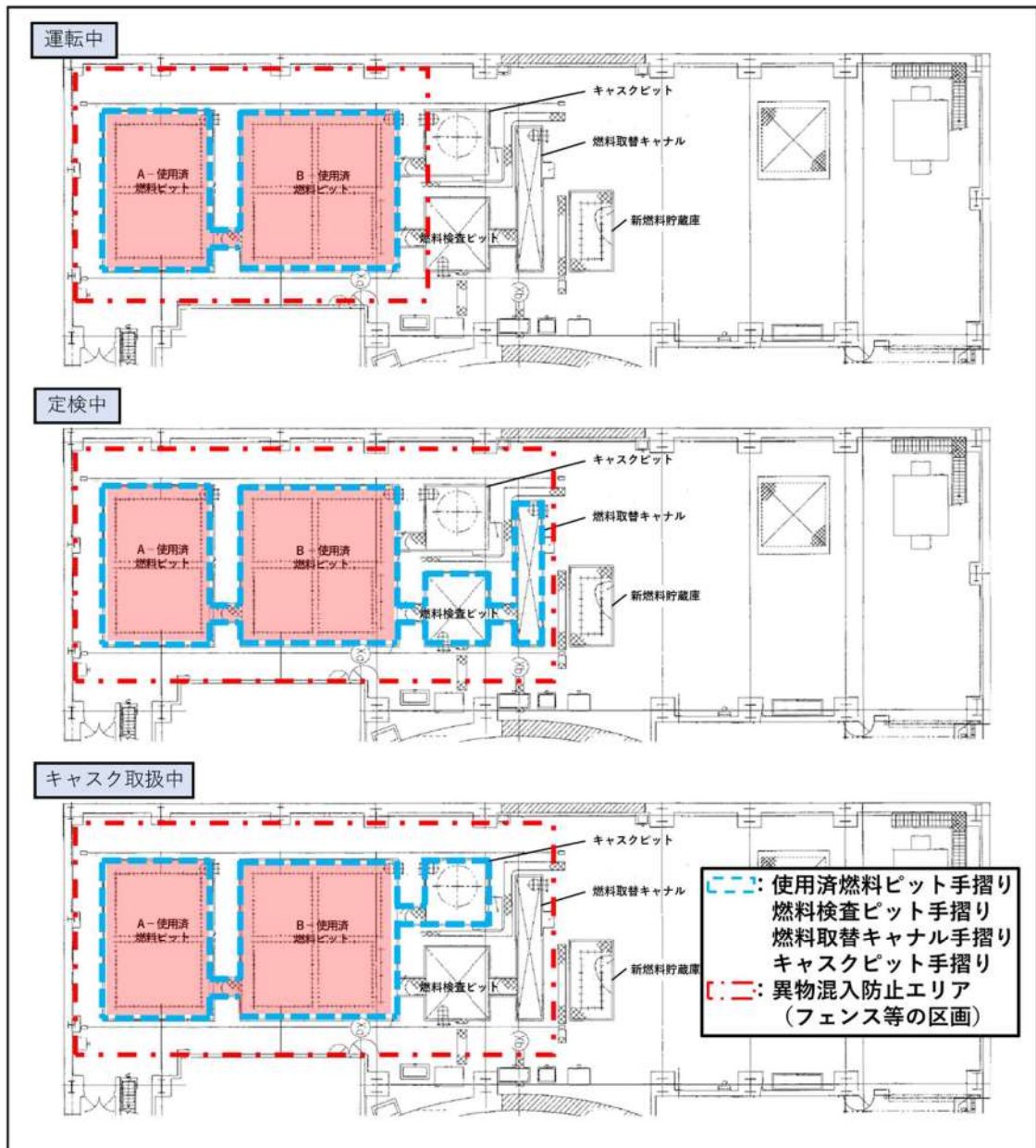


図1 燃料取扱棟 異物管理区域設定概要
(運転中・定検中・キャスク取扱中)

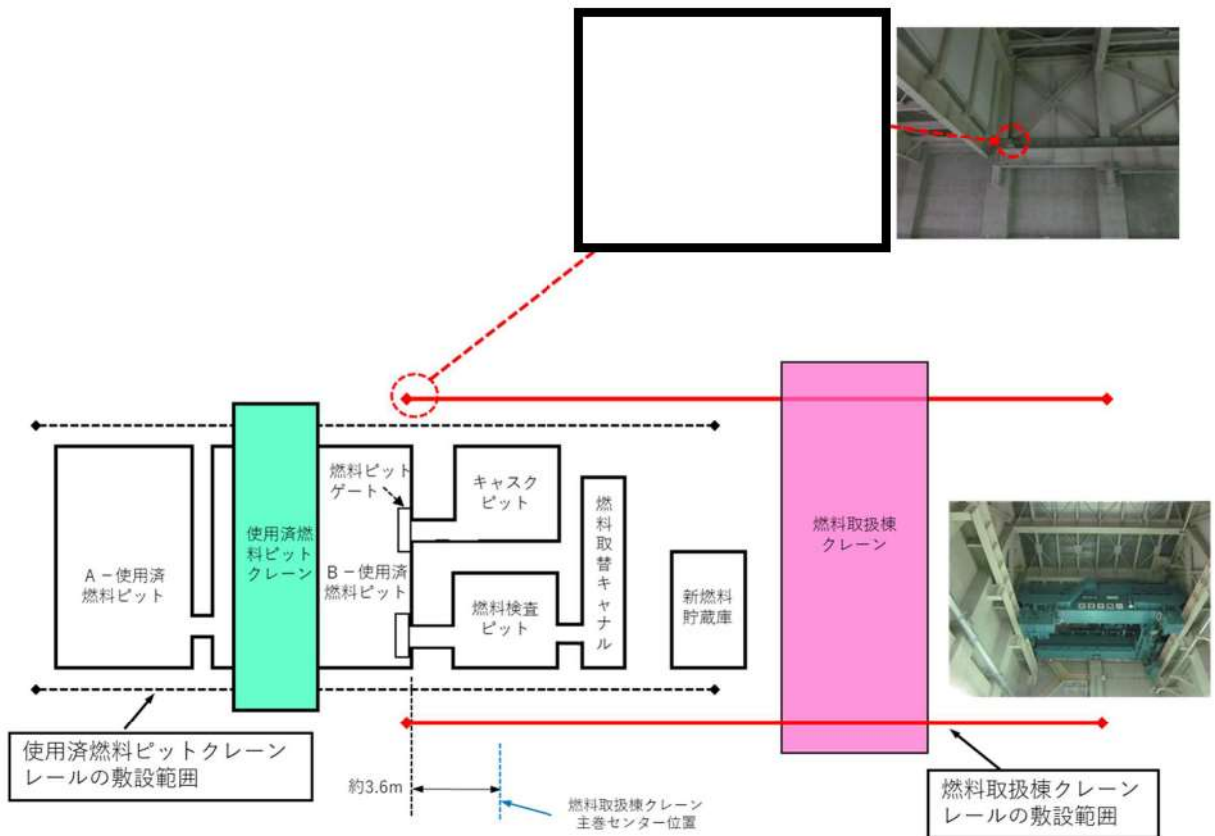
燃料取扱棟クレーンにおける評価フローⅢの評価結果

(1) 燃料取扱棟クレーンの走行範囲について

燃料取扱棟クレーンについては、二重のワイヤや動力電源喪失時保持機能等の落下防止構造に加え、使用済燃料ピット上を走行できないように可動範囲を制限した構造である。(技術基準第 26 条 (燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備) とその解釈に基づく機能)。

燃料取扱棟クレーンのレールは、図 1 のとおり使用済燃料ピット側に敷設されていないことから、燃料取扱棟クレーンが使用済燃料ピット上を走行することはできないため、使用済燃料ピットへの重量物の落下を防止している。

また、クレーン等安全規則に基づく定期自主点検及び作業開始前点検を実施することにより、クレーンの健全性を確認している。



■ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

図 1 3号炉使用済燃料ピットクレーン及び燃料取扱棟クレーン走行範囲

(2) 浮き上がり防止装置と車輪の関係

図2のとおり，燃料取扱棟クレーンのブリッジとトロリの各車輪は「ツバ」を有した構造であり，脱輪しない設計とする。

また，クレーン本体の浮上りを防止するため，各4箇所に浮上り防止装置を設置する。

なお，車輪のツバの高さ及び浮上り防止装置（つめ）とレールの隙間は，以下の寸法であることから，クレーン本体の浮上りにより脱輪することはない。

さらに浮上り防止装置及び車輪ツバにおける発生応力は許容値を超えない設計とする。

ブリッジの車輪ツバ高さ：25mm > つめとレールの隙間：11mm

トロリの車輪ツバ高さ：25mm > つめとレールの隙間：9mm

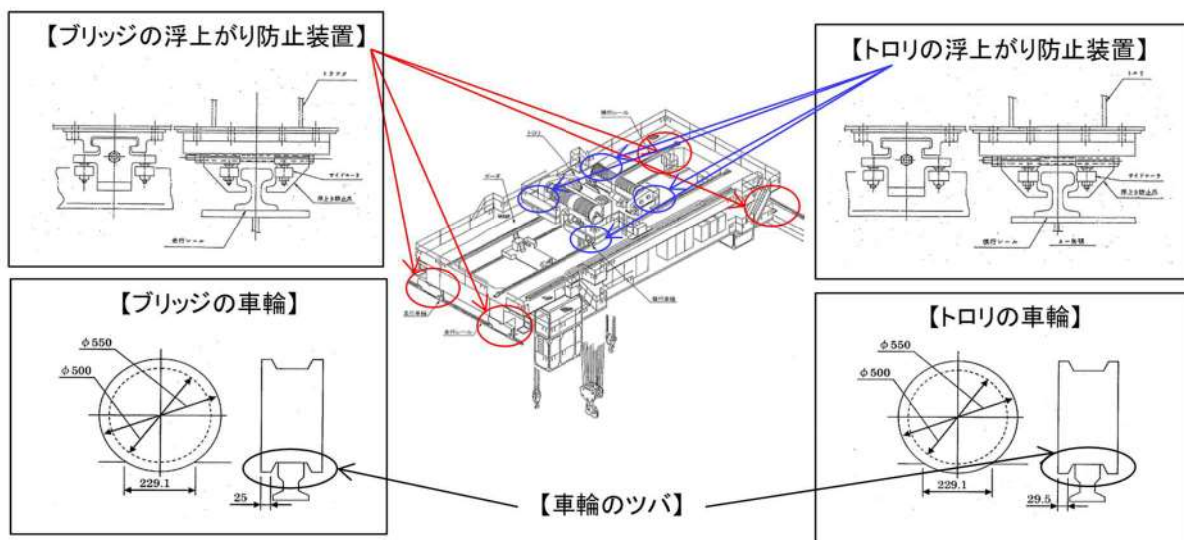
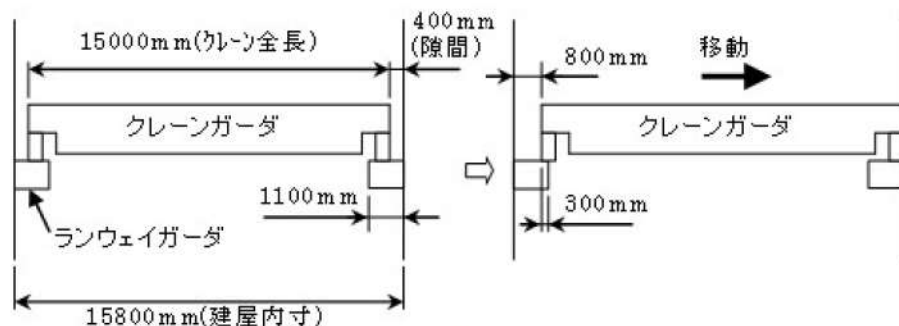


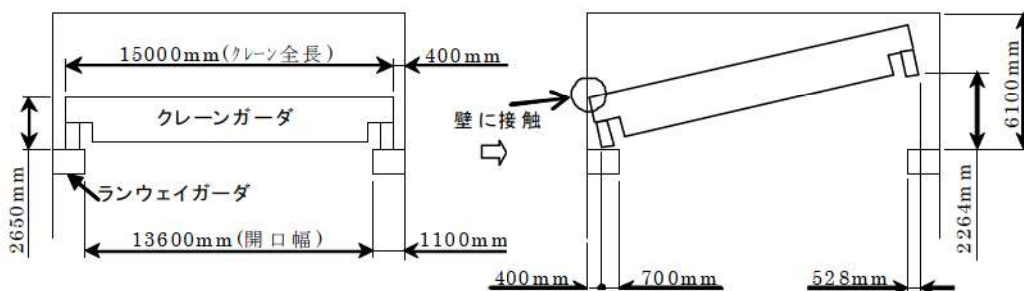
図2 燃料取扱棟クレーンの鳥瞰図

(3) クレーンガーダ及びランウェイガーダの構造

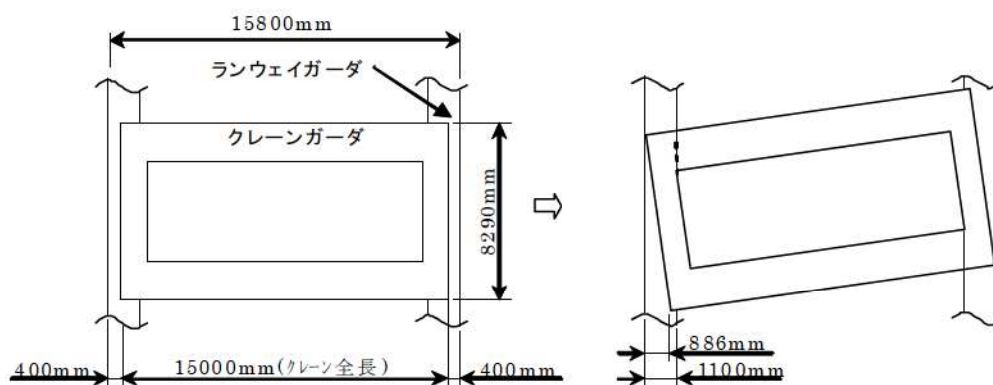
燃料取扱棟クレーン本体は、使用済燃料ピット上を走行できない設計としている。加えて、ランウェイガーダの寸法がクレーンガーダより小さい（クレーン本体の長さより2本のレール支持部の間が小さい）こと、また鉛直方向及び水平（回転方向）に移動した場合も壁等に接触することから、クレーン本体が落下することはない（図3参照）。



水平移動した場合の寸法図



鉛直移動した場合の寸法図



水平（回転方向）移動した場合の寸法図

図3 クレーンガーダ及びランウェイガーダの構造

燃料取扱棟クレーンにおける吊荷の落下防止対策について

・吊荷（キャスク）の落下防止

キャスクの取扱時は、使用済燃料ピットから約 3.8m 離れた位置で取り扱うことから使用済燃料ピットへ落下することはない。また、キャスクをキャスクピット上で取り扱う場合は、ゲートを閉止し、使用済燃料ピットとキャスクピットを隔離する。さらに、取扱中のキャスクの中心と使用済燃料ピットの距離が約 3.8m 未満とならないよう、クレーンはリミット停止位置（約 4.3m）を超えると自動で低速移動になる仕組みとなっている。

燃料取扱棟クレーンの走行限界位置の場合、使用済燃料ピットまでの水平距離（約 3.6m）に対して、クレーンの停止直後におけるキャスクの振れ幅は数 cm（走行速度 0.9m/min の場合の振れ幅は約 2.1cm）であり、万が一、燃料取扱棟クレーンの走行限界位置でキャスクが落下したとしても図 1 の位置関係からキャスクピットへ落下するため、使用済燃料ピットに落下することはない。

また、二重のワイヤや動力電源喪失時保持機能等により吊荷（キャスク）の落下を防止している。

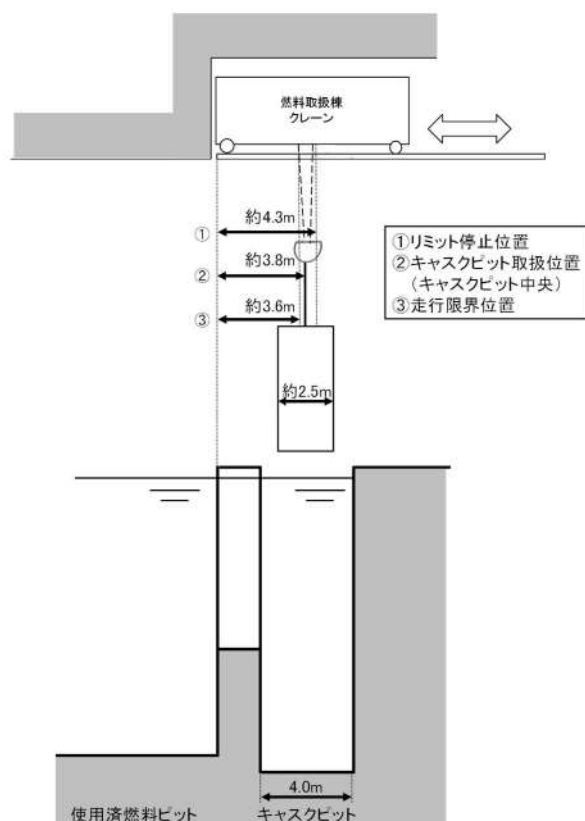


図 1 キャスクの取扱時の位置関係

使用済燃料ピットクレーン ホイスト（ワイヤロープ，フック）の健全性評価について

1. 評価方法

吊荷位置（上限～下端）でワイヤロープの固有周期が変動するため，ワイヤロープの固有周期帯より，最も大きな震度を床応答スペクトルから算出し，各部に作用する荷重を算出する。当該算出荷重により，各部の強度評価を行うこととする。

2. 評価条件

評価用地震動：基準地震動

方向：鉛直

吊荷重量：工認段階で明示する

吊荷位置：鉛直方向床応答スペクトルとワイヤロープの固有周期を考慮した位置

3. 評価結果

使用済燃料ピットクレーンホイスト（ワイヤロープ，フック）の健全性評価は，工認段階において示し，判定基準値に対して裕度を確保するものとする。

表 1 使用済燃料ピットクレーン各部裕度整理表

設備	部位	裕度	判定基準
使用済燃料ピットクレーン	ワイヤロープ※1	(注 1)	(注 1)
	フック※1	(注 1)	(注 1)

※1 使用済燃料ピットクレーンのワイヤロープ，フックの構造については 5.2.2 設備構造上の落下防止対策参照。

注 1 工認段階で明示する

使用済燃料ピットクレーン及び燃料取扱棟クレーンの落下防止対策

○使用済燃料ピットクレーン

使用済燃料ピットクレーンは、走行レールからの浮上りによる脱線を防止するため、転倒防止装置を設置しており、走行レールの転倒防止装置は、レールの頭部を転倒防止金具にて抱き込む構造であり、使用済燃料ピットクレーンの浮上りにより走行レールより脱線しない構造とする。

走行レールには、走行方向に対する脱線を防止するため、走行ストoppaが設置されている。地震時等に走行レール上を使用済燃料ピットクレーンが滑り、仮に本ストoppaが損傷したとしても、使用済燃料ピット側の走行レールについては使用済燃料ピットクレーンの幅より建屋壁面との離隔距離の幅のほうが短いことから、使用済燃料ピットクレーンがレールから脱線するおそれはない。使用済燃料ピットクレーン走行レールと壁面距離について図1に示す。

新燃料貯蔵庫側については、ストoppaが損傷し使用済燃料ピットクレーンがレールから脱線しても、使用済燃料ピットとの離隔距離が十分に確保されているため、使用済燃料ピットに落下するおそれはない。

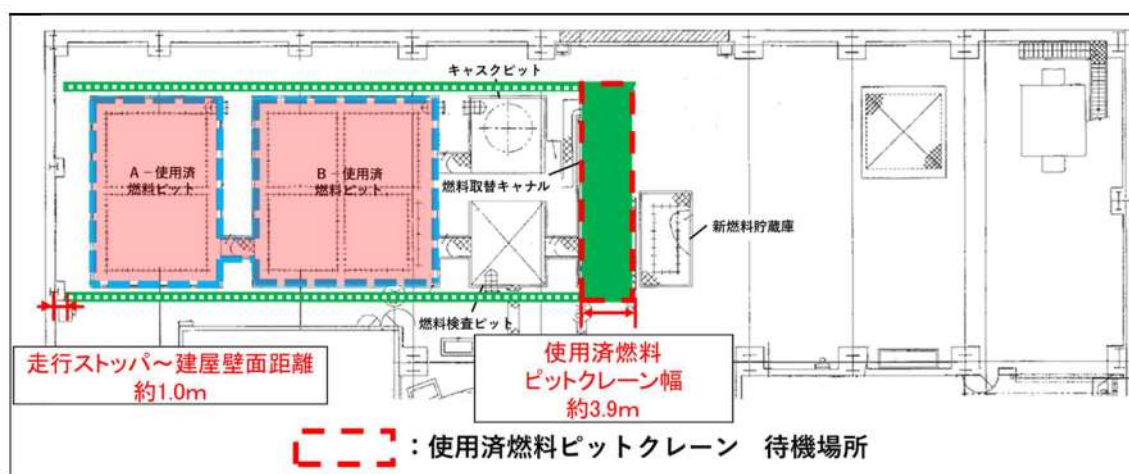


図1 使用済燃料ピットクレーン走行レールと壁面距離

○燃料取扱棟クレーン

燃料取扱棟クレーンは、走行及び横行レールからの浮上りによる脱線を防止するため、浮上り防止装置を設置しており、走行及び横行レールの浮上り防止装置は、レールの頭部を浮上り防止金具にて抱き込む構造であり、燃料取扱棟クレーンの浮上りにより走行及び横行レールより脱線しない構造とする。燃料取扱棟クレーンの走行、横行レールと壁面距離について図2に示す。

走行及び横行レールには、走行又は横行方向への脱線を防止するため、車輪止めが設置されている。地震時等に走行、横行レール上を燃料取扱棟クレーン又はトロリが滑り、仮に本車輪止めが損傷したとしても、走行及び横行レールと建屋壁面との離隔距離が狭いことから、燃料取扱棟クレーン又はトロリが走行及び横行レールから脱線するおそれは無い。

また、燃料取扱棟クレーンは、使用済燃料ピットの上部に走行レールが無く、仮に脱落したとしても使用済燃料ピットに落下することはない。

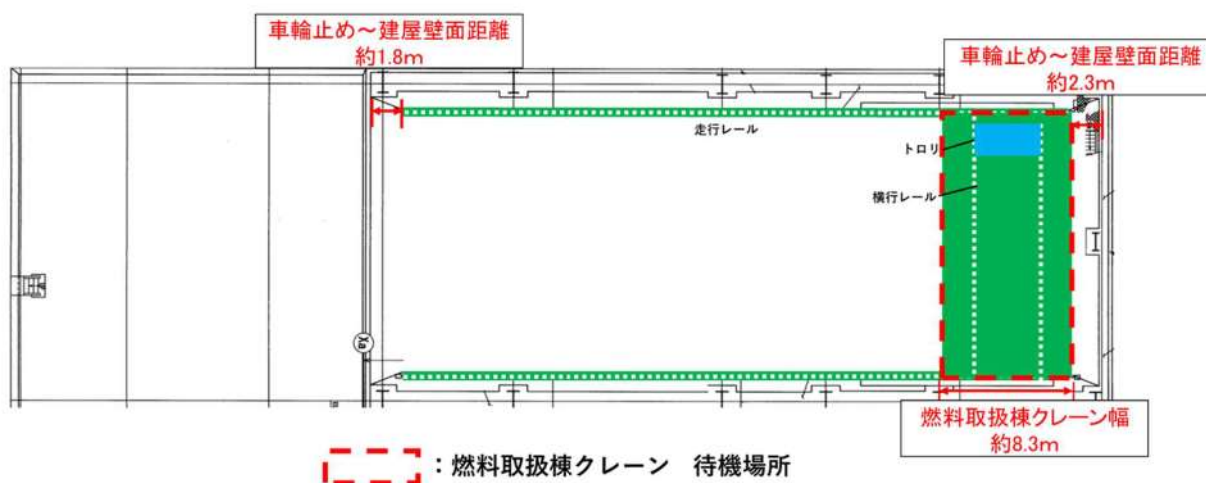


図2 燃料取扱棟クレーン走行、横行レールと壁面距離

過去不具合事象に対する対応状況について

1. 女川原子力発電所 1 号炉及び福島第二原子力発電所 3 号炉 原子炉建屋クレーン走行部損傷事象について

1.1. 事象概要

女川原子力発電所 1 号炉の原子炉建屋クレーンについて、平成 23 年 9 月 12 日に東北地方太平洋沖地震後の走行確認を実施していたところ、異音が確認された。その後の詳細点検において、走行部内部の軸受が損傷していることが確認された（図 1 参照）。原因調査の結果、事象の原因は以下のとおりであった。

- 東北地方太平洋沖地震に伴う軸方向の地震荷重により軸受つば部が損傷した。
- 損傷したつば部の破片が、軸受コロに挟まれ、その後の当該クレーンの異音調査のための走行に伴い、軸受の損傷が拡大した。

また、本事象の再発防止対策として女川原子力発電所 1 号炉では、当該走行部を含むすべての走行部について、女川 2 号炉と同様の構造である軸方向の荷重影響を受けにくい軸受を採用した新品の走行部に交換している（図 2. 1 参照）。

なお、東北地方太平洋沖地震に伴う類似の事象は福島第二原子力発電所 3 号炉においても確認されている（図 3 参照）。

1.2. 泊 3 号炉への水平展開の必要性について

以下の観点から、本事象の泊 3 号炉への水平展開は不要と判断している。

- 本事象は、女川 1 号炉原子炉建屋クレーンの走行部軸受の一部が損傷していたものであるが、泊 3 号炉燃料取扱棟クレーンに採用している走行部軸受は女川 1 号炉原子炉建屋クレーンの走行部軸受と異なり、軸方向荷重を受けることのできる自動調心ころ軸受を採用しており（図 2. 2 拡大図参照）、軸受構造が異なり、女川 1 号炉原子炉建屋クレーンにあるようなつば部は存在しない。これより、女川 1 号炉原子炉建屋クレーンで発生した破損形態は生じないと考える。
- 泊 3 号炉燃料取扱棟クレーンのすべての走行部軸受が仮に損傷し、機能喪失したとしても、泊 3 号炉燃料取扱棟クレーンは浮上り防止装置があることから、走行及び横行レール上から落下することはない。
- 泊 3 号炉燃料取扱棟クレーン走行部の軸受については、月次点検や年次点検時に行う走行確認で異常を検知することが可能であり、異常が検知された場合に当該部を交換することで復旧可能である。

<天井クレーン走行部等構造図>

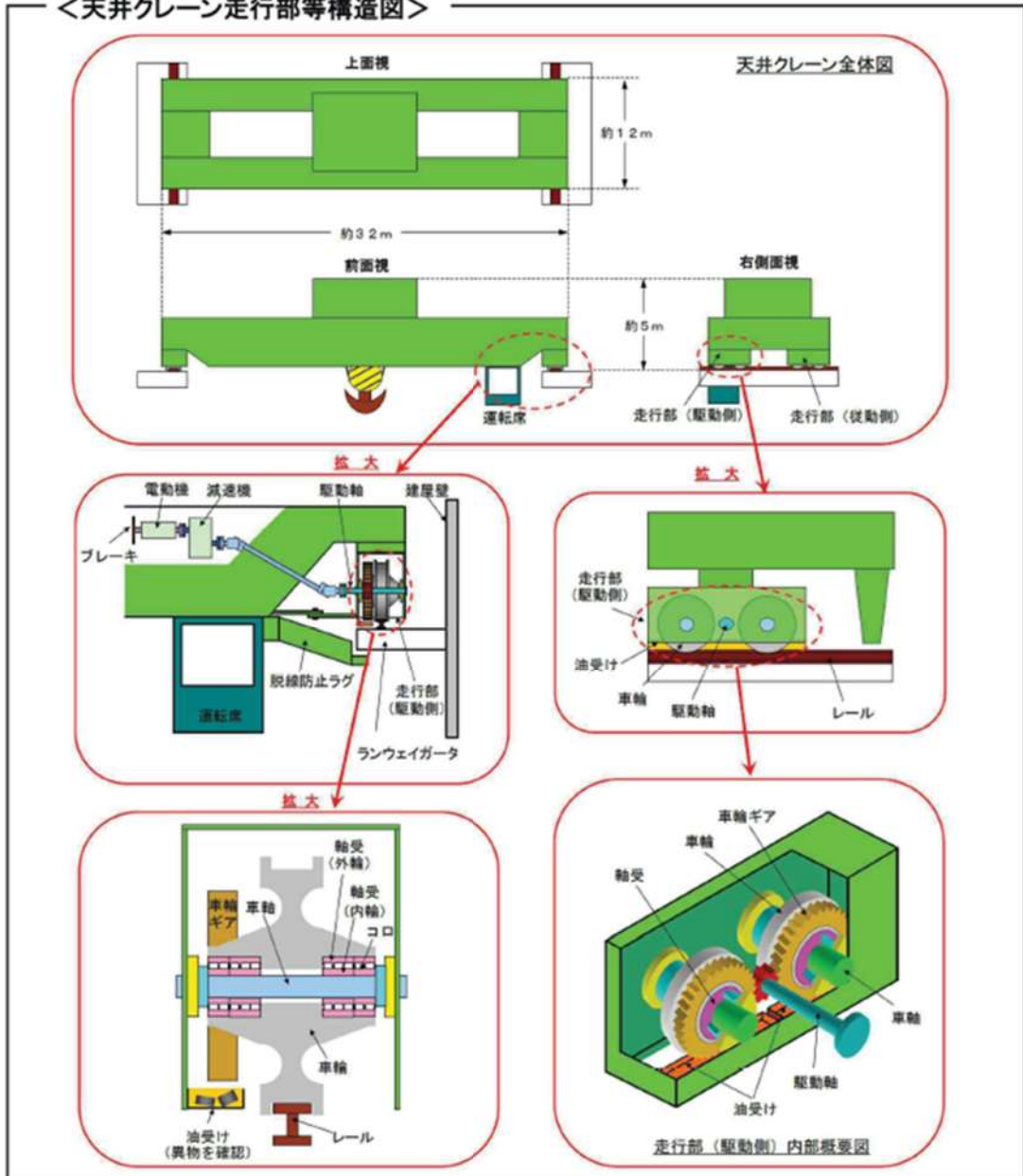


図1 女川原子力発電所1号炉 原子炉建屋天井クレーン走行部等構造図
(平成25年11月21日 東北電力株式会社プレス資料から抜粋)

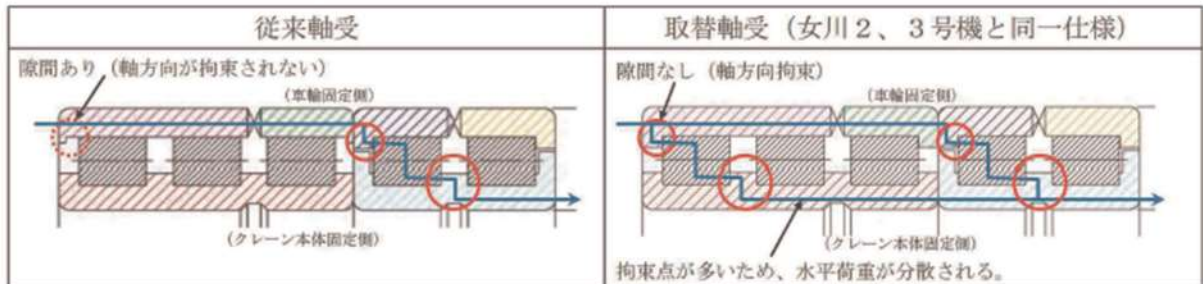


図2. 1 女川原子力発電所1号炉 従来軸受と取替軸受の比較
 （平成25年11月21日 東北電力株式会社プレス資料から抜粋）

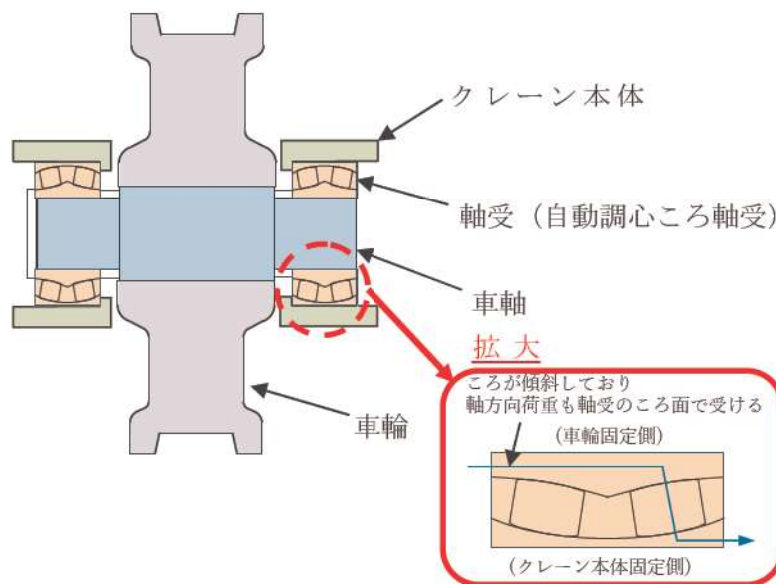


図2. 2 泊発電所3号炉の軸受

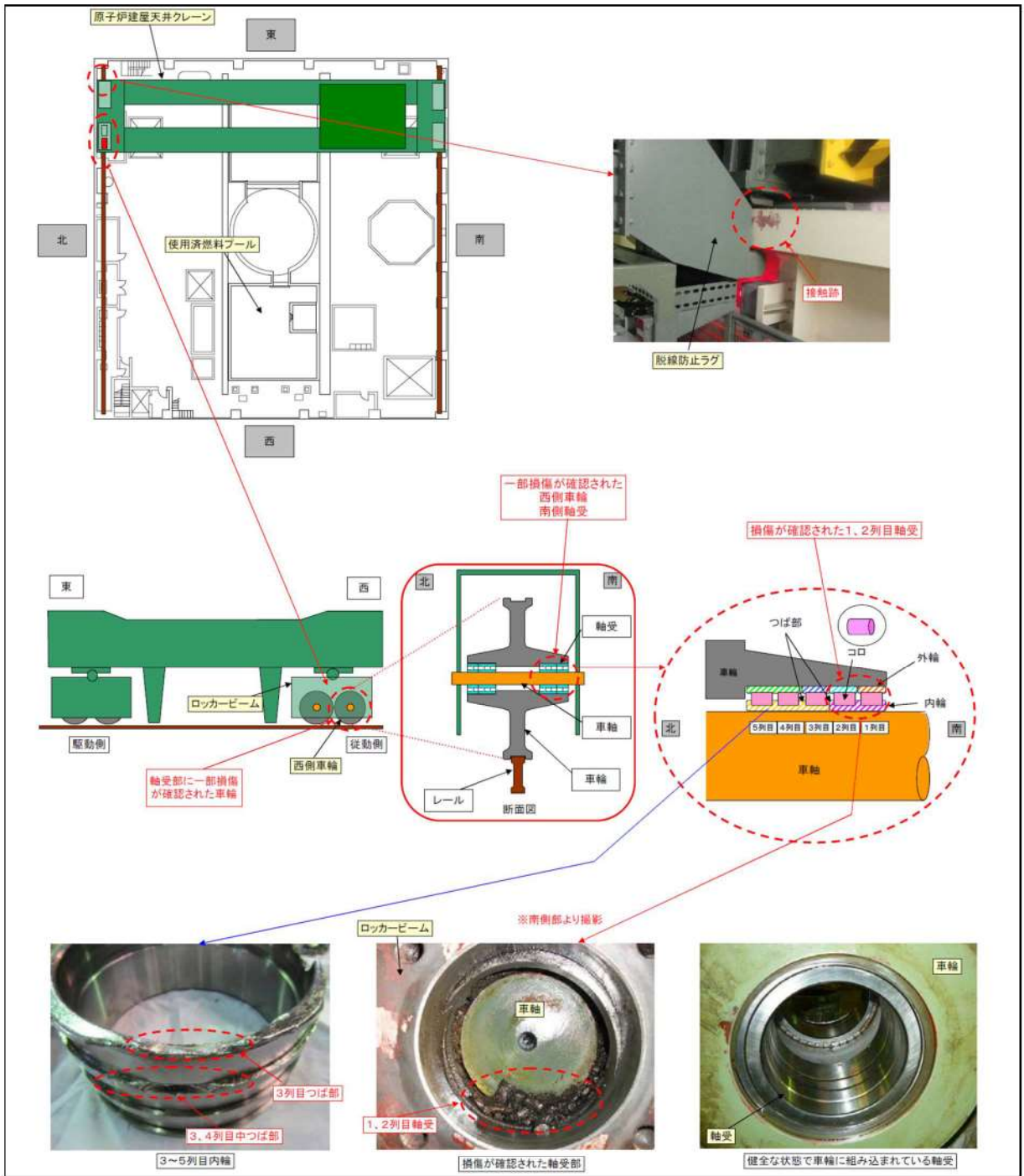


図3 福島第二原子力発電所3号炉 燃料取扱棟クレーンの損傷状況について
(平成25年12月25日 東京電力プレス資料より抜粋)

2. 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉 原子炉建屋クレーン走行伝動用継手部の破損事象について

2.1. 事象概要

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉の原子炉建屋クレーンについて、平成 19 年 7 月 24 日に新潟県中越沖地震後の設備点検を実施していたところ、走行伝動用継手(以下、「ユニバーサルジョイント」という。)が南側走行装置と北側走行装置の両側で破損していることを確認した(図 4 参照)。原因調査の結果、事象の原因は以下のとおりであった。

- 地震発生時、原子炉建屋クレーンは停止している状態であり、走行車輪はブレーキ(電動機側に設置されている)が掛かっている状態であった。
- 地震動により強制的にクレーン走行方向の力が発生し、走行車輪に回転しようとする力が作用したが、電動機側の回転を阻止する力(ブレーキ)の相反する作用により、走行車輪と電動機をつなぐユニバーサルジョイントに過大なトルクが発生し、破損に至った*。

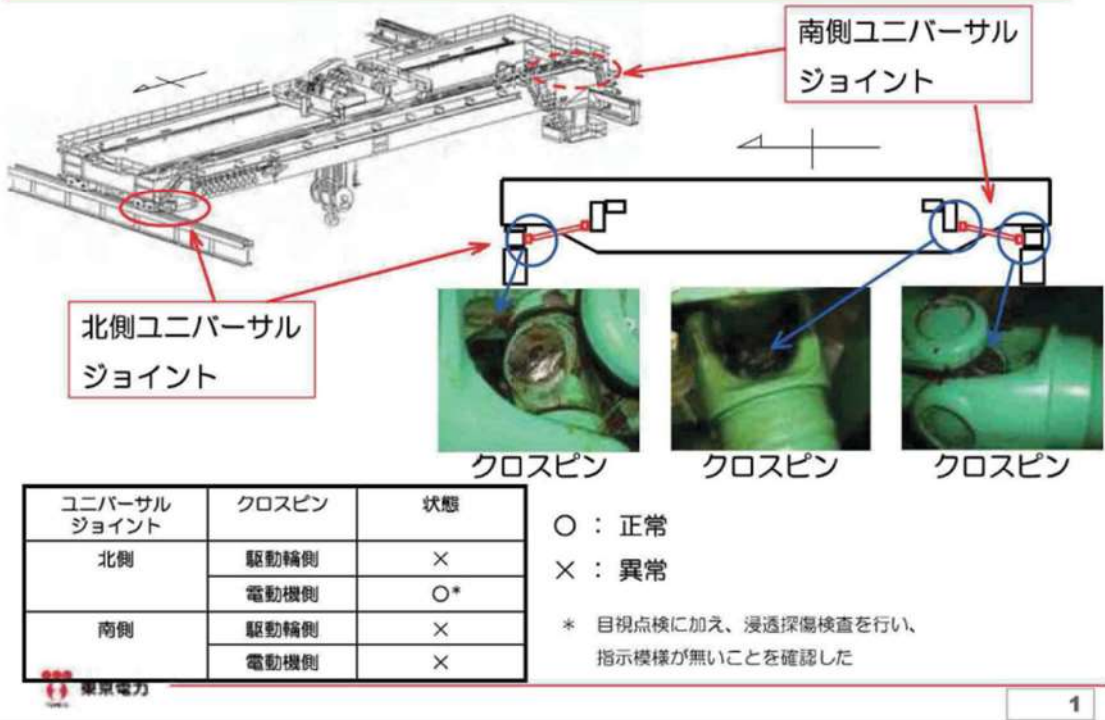
※ 6 号炉の原子炉建屋クレーンは摺動痕よりブレーキが効かない状態で、約 30cm 程度移動したものと推定される。

2.2. 泊 3 号炉への水平展開の必要性について

本事象の再発防止対策については、以下の観点から不要と考えられる。

- ユニバーサルジョイントはクレーンの走行機能を担うものであり、当該部品が破損しても、本部品は車輪への回転エネルギーを伝える機能であり、本部品が機能喪失した場合においても、浮上り防止装置が設置されていることから、燃料取扱棟クレーンは走行レール上から落下することはない。
- 当該部が損傷することで、発生応力が緩和され減速機や電動機等の重要部品の損傷が回避された側面がある。

事象の概要 (1)



事象の概要 (2)

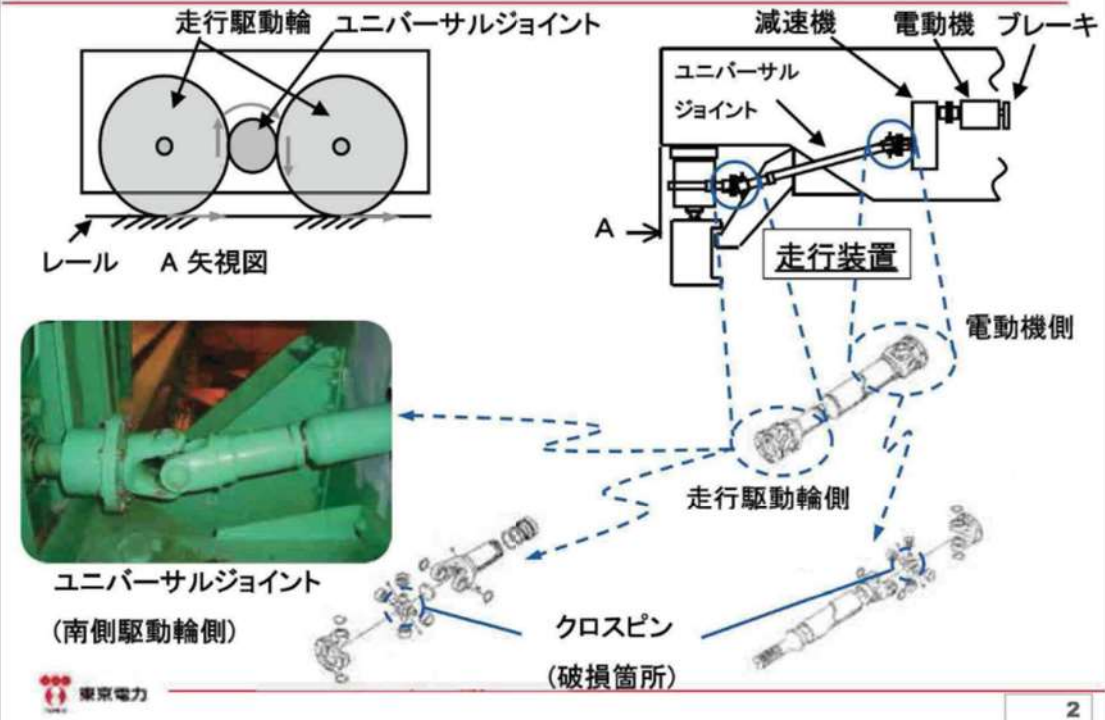


図4 柏崎刈羽原子力発電所6号炉 原子炉建屋クレーンの損傷状況について
 (平成20年9月25日 東京電力プレス資料より抜粋)

3. その他運転経験情報に対する対応状況について

国内外の運転経験情報については、WANO、INPO、IAEA、原子力安全推進協会、PWR 事業者連絡会等を通じて情報を収集している。

入手した運転経験情報については、社内規程に従いスクリーニングを行い、対応が必要と判断された案件については、当社における現状調査や未然防止処置の検討を実施することとしている。運転経験情報の処理フローについて図5に示す。

処理方法の詳細については以下のとおり。（下記番号とフロー図内の番号が対応）

- ① 運転経験情報については、本店及び発電所が、それぞれ分担して入手しており、本店で入手した情報は、スクリーニングの上、泊発電所保全計画課長への送付又は業務所掌のグループリーダーへの連絡を行っている。
- ② 泊発電所では、ニューシアに登録されたトラブル情報等及び本店から保全計画課長へ送付された情報について、スクリーニングし、未然防止処置検討が必要と判断した情報について各課（室・センター）に検討を依頼する。
- ③ 泊発電所の各課（室・センター）長は、未然防止処置の要否を検討し、CAQに該当する情報についてはトラブル情報検討会にて確認を得た後、社内規程に従い必要に応じて泊発電所安全運営委員会にて審議する。
泊発電所の各課（室・センター）長は、検討結果に基づき、必要な未然防止処置を実施する。
- ④ 未然防止処置の実施結果については、必要に応じて泊発電所安全運営委員会に報告する。
- ⑤ 本店が主体となって未然防止処置を検討すべき情報は、業務所掌グループリーダーが未然防止処置の要否の検討を行い、部長及びグループリーダーの確認を得る。
業務所掌グループリーダーが行った未然防止処置の実施結果について、部長及びグループリーダーの確認を得る。
- ⑥ 本店及び泊発電所は、未然防止処置の実施確認後、有効性のレビューを行う。

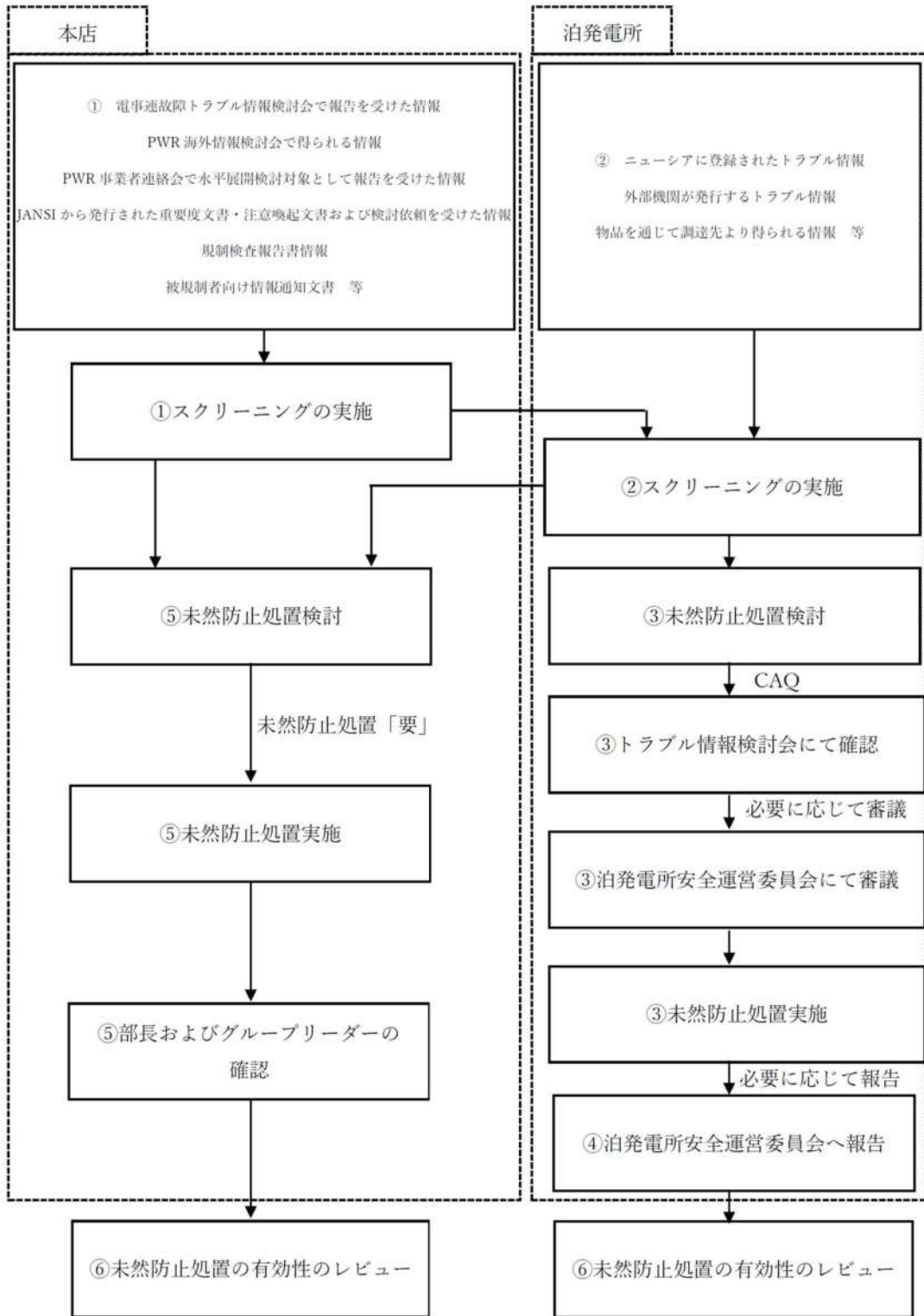
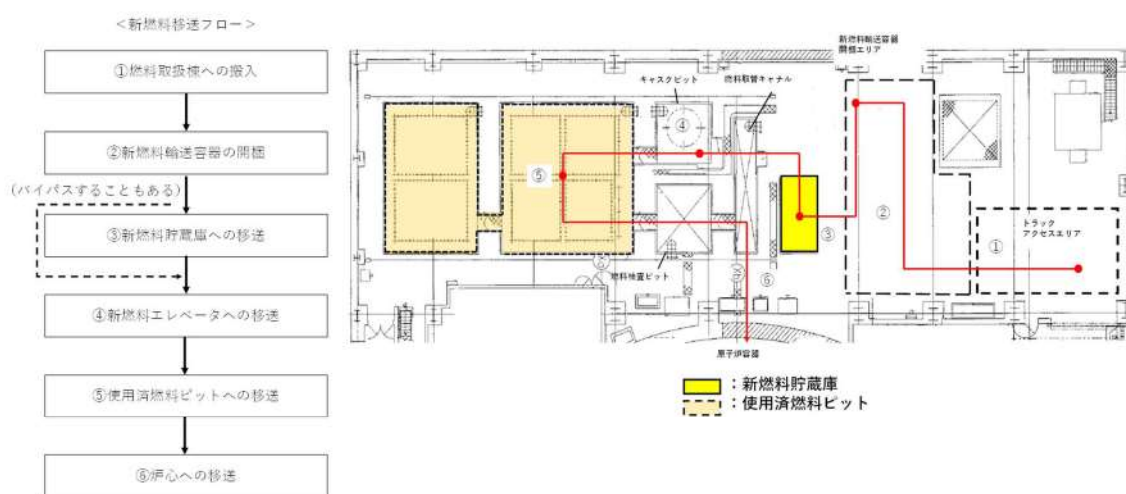


図5 不具合情報の処理フロー

新燃料の取扱いにおける落下防止対策

新燃料は、燃料取扱棟クレーン及び使用済燃料ピットクレーンにて取り扱い、燃料取扱棟内に搬入後、検査を行い、所定の場所（新燃料貯蔵庫又は使用済燃料ピット）へ保管され、燃料装荷の際に炉心へと移送する。

新燃料の取扱いに係る移送フロー及び経路（例）を図1に示す。



燃料取扱棟クレーンは、動力電源喪失時にて自動的にブレーキがかかる機能を有しているとともに、フックには外れ止め金具を装備し、新燃料の落下を防止する構造としており、速度制限、過巻防止用のリミットスイッチにより、誤操作等による新燃料の落下を防止する設計としている。

炉心への燃料装荷の際には、使用済燃料ピットクレーンによる新燃料移送作業を行うこととなるが、使用済燃料ピットクレーンについても、駆動源喪失時等における種々のインターロックが設けられており、新燃料落下を防止する設計としている。

キャスク取扱作業時における使用済燃料ピットへの影響

キャスクの取扱作業は、燃料取扱棟クレーンを使用する。作業概要を図 1 に示す。

キャスクの取扱作業は、図 1 に示すとおり機器搬出入口ハッチから燃料取扱棟の床面へキャスクの移送を行い、キャスクピットにて燃料の装荷作業が行われる。

また、燃料取扱棟クレーンはインターロックによる運転の他、動力電源喪失時に自動的にブレーキが掛かる機能を有し、フックには外れ止め金具を装備し、速度制限、過巻防止用のリミットスイッチも設けることから、キャスクの落下を防止する設計としている。

なお、キャスクピットでのキャスク取扱時に、仮に地震等にて燃料取扱棟クレーンの各ブレーキ（横行、走行、巻上下）の機能が喪失した場合、キャスクは横行、走行方向及び鉛直方向に滑るおそれがあるが、図 1 に示すとおり、キャスクをキャスクピットにて取り扱う際には、キャスクピットを使用済燃料ピットと隔離して、キャスクピット単独で水抜き等を実施するためのキャスクピットゲートが設置されている。そのため、キャスクが横行、走行方向及び鉛直方向に滑った※1 としてもキャスクは使用済燃料ピットと隔離されていることから、使用済燃料ピット水位維持のためのライニング健全性は維持される。

※1：燃料取扱棟クレーンについては、使用済燃料ピット上を走行できないように可動範囲を制限した構造であることに加え、二重のワイヤや動力電源喪失時保持機能等の吊荷の落下を防止した構造であることから、キャスク取扱時にキャスクがキャスクピット外の使用済燃料ピットに落下することはない（図 2 参照）。

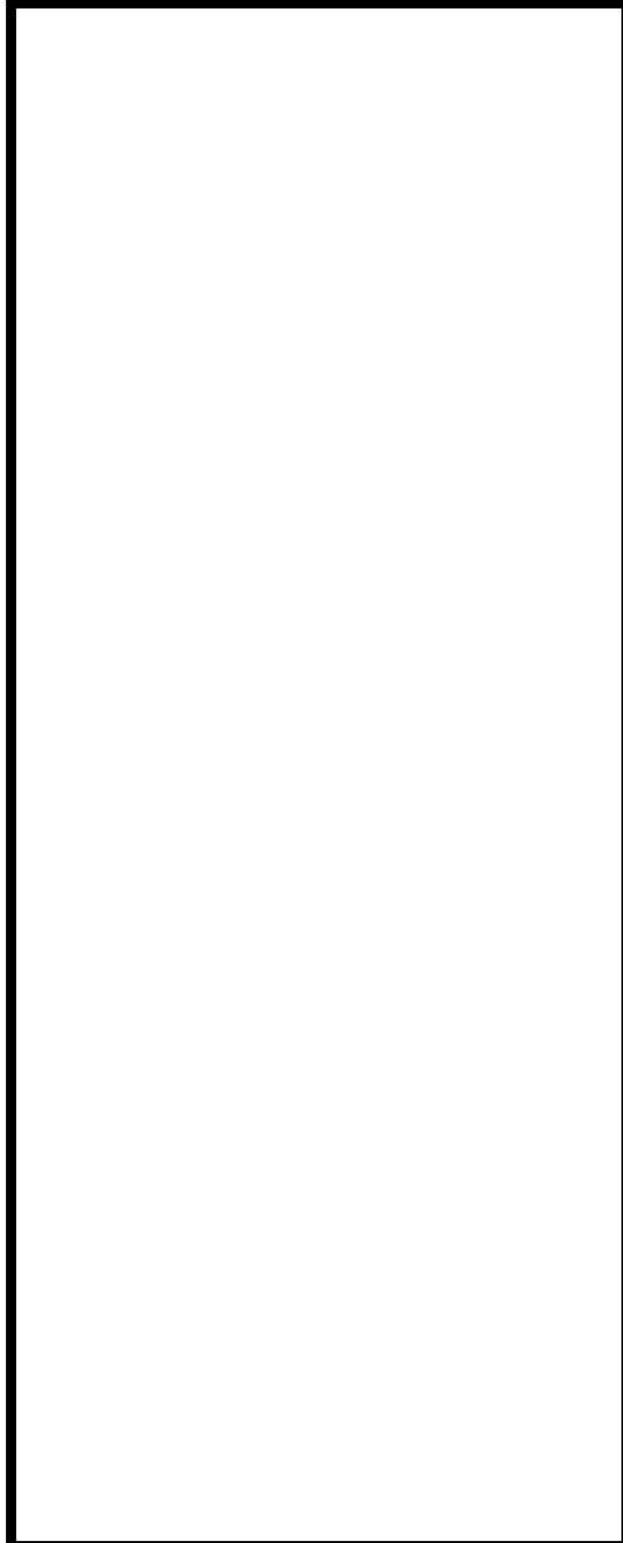


図1 キヤスク取扱作業フロー

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

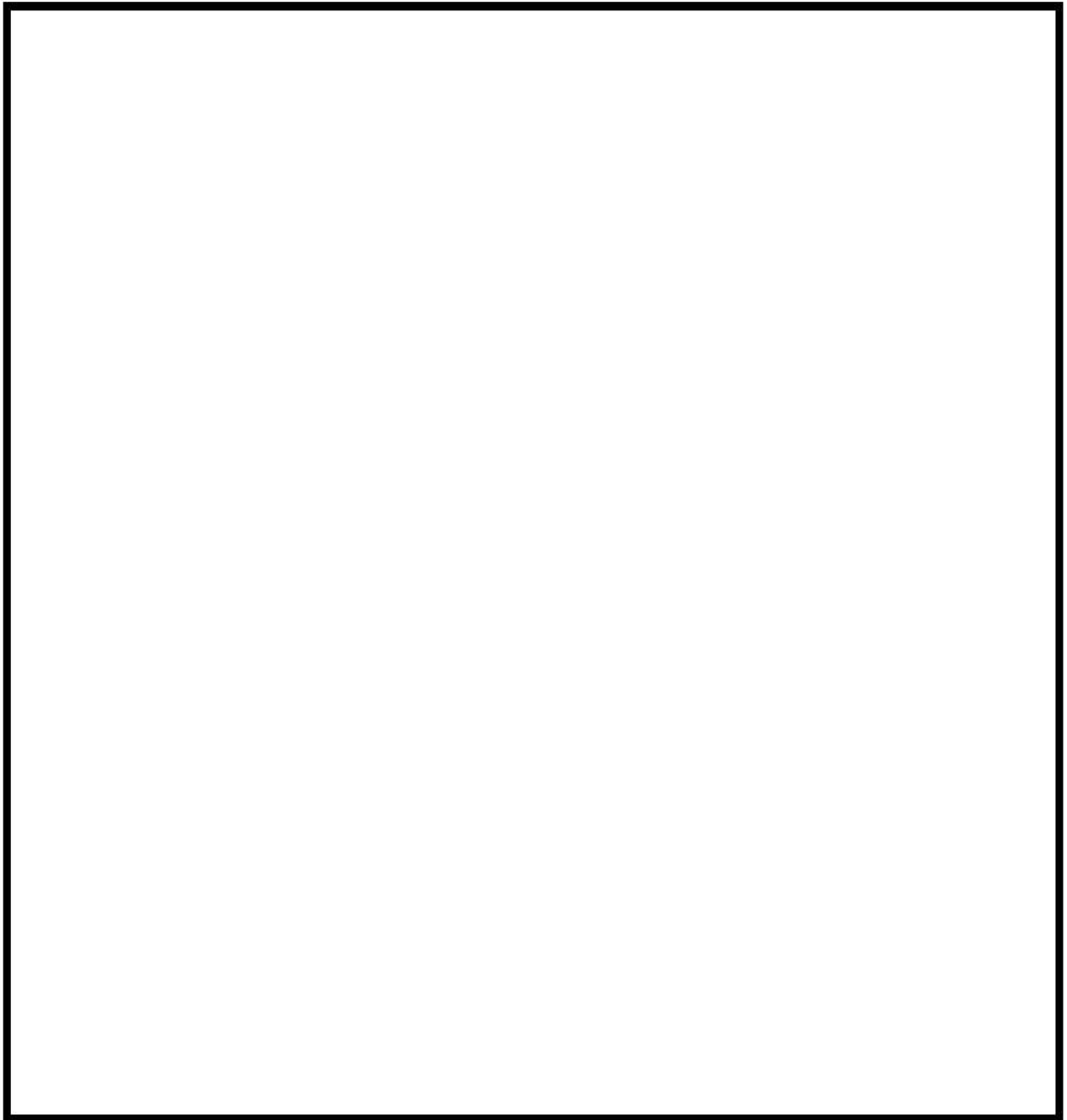


図2 キャスクとキャスクピットゲートの距離関係

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

キャスク吊具によるキャスクの吊り方について

キャスクは、燃料取扱棟クレーンにキャスク吊具を取付けて移送する。現場での使用状況を図1に示す。


キャスクを移送する場合、図2に示すようにキャスクとキャスク吊具は2か所のキャスクトラニオンで支持することとする。また、キャスク吊具と燃料取扱棟クレーンは、キャスク吊具のクレーンフックピンとクレーンフックで接続する。



図1 キャスク吊具の現場での使用状況



図2 キャスク吊具の構造図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

抽出の網羅性の考え方について

評価フロー I では設備等を網羅的に抽出するため、以下の抽出手順を行った。

はじめに、燃料取扱棟クレーンや使用済燃料ピットクレーンの可動範囲などから燃料取扱棟を5つの確認エリア（天井，上部空間部分を含む）に分類した。以下の表1に分類した確認エリアを示す。

表1 使用済燃料ピット周辺確認エリア

	確認エリア
	トラックアクセス・作業エリア (使用済燃料ピットクレーン走行範囲外)
	ピット周辺エリア (異物混入防止用フェンスから使用済燃料ピットクレーン走行範囲内)
	異物混入防止用フェンス内エリア
	検査室内エリア
	ピット内エリア

また、評価フロー I では、現場確認や仕様書などからこのエリアごとの設備等を重量や耐震評価等に係らず網羅的に抽出した。

次に、作業実績からの抽出を行うため、燃料取扱棟での全作業を抽出した。結果を以下の表2に示す。

表2 燃料取扱棟全作業抽出結果

確認項目	作業数	備考
全作業数 ^{※1}	41	
使用済燃料ピットクレーン使用	14	・使用済燃料ピット内作業5件（ゲート点検，ガイドアセンブリ他移動，燃料内挿物移動，水中照明点検，査察作業） ・使用済燃料ピット外作業6件（設備保守・諸作業による資機材移動，クレーン点検）
燃料取扱棟クレーン使用	17	・ピット周辺エリア作業1件（使用済燃料運搬作業）
クレーン類を使用しない作業	10	・水中照明絶縁抵抗測定，照明交換，現場計器点検等

※1 平成25年1月～12月までの至近1年間（使用済燃料号機間移動作業も含む）の実績及び標準的な定検作業から抽出した作業数

以上、現場確認、機器配置図の確認及び作業実績による評価フロー I での抽出結果を表 3 に、抽出した設備等の燃料取扱棟における配置を図 1 に示す。

表 3 使用済燃料ピット周辺設備等全抽出結果

エリア	電源種類や装置の名称		燃料取扱棟		燃料取扱棟		燃料取扱棟				
トラックアクセスエリア	電源類	燃料取扱棟	1	燃料取扱棟(天井・梁・柱・壁※1)	燃料取扱棟	1	燃料取扱棟(天井・梁・柱・壁※1)	燃料取扱棟	1	燃料取扱棟(天井・梁・柱・壁※1)	
		クレーン	152	燃料取扱棟クレーン	クレーン	132	燃料取扱棟クレーン	クレーン	133	使用済燃料ピットクレーン	
		131	ケーブルレイ・電線管	133	使用済燃料ピットクレーン	クレーン	133	使用済燃料ピットクレーン	クレーン	133	使用済燃料ピットクレーン
		5	電動3枚引込防護扉制御盤	59	燃料取扱棟検査装置現場盤	電源類	60	燃料取扱棟検査装置現場盤	電源類	63	作業用電源盤
		12	使用済燃料ピット監視カメラ電源切替盤	60	燃料取扱棟検査装置現場盤	電源類	60	燃料取扱棟検査装置現場盤	電源類	70	B-使用済燃料ピット水中照明分電盤
		13	燃料取扱棟クレーン電源箱	43	新燃料エレベータ制御盤	ファンズ類	51	燃料シッピング検査装置現場盤	ファンズ類	71	A-使用済燃料ピット水中照明分電盤
		16	作業用電源箱	131	ケーブルレイ・電線管	ファンズ類	45	異物混入防止用ファンズ(北側)	ファンズ類	76	原子炉建屋管理区域 100V 配分電盤
		17	雑動力設備接続箱	46	異物混入防止用ファンズ(南側)	ファンズ類	25	手摺り(新燃料貯蔵庫)	ファンズ類	85	作業用電源盤
		22	作業用電源盤	121	手摺り(燃料関連ピット)	ファンズ類	40	配管(SA)	ファンズ類	131	ケーブルレイ・電線管
		23	雑動力設備電源箱	41	配管(DW)	ファンズ類	55	配管(気体廃棄物処理系)	ファンズ類	68	異物混入防止用ファンズ(検査室下)
		34	作業用電源箱	54	配管(IA)	ファンズ類	61	燃料取扱棟検査装置水圧ユニット(ピット側)	ファンズ類	139	手摺り(使用済燃料ピット)
		35	雑動力設備電源箱	55	配管(IA)	ファンズ類	50	燃料検査室空調ユニット室外機	ファンズ類	134	配管(雨水)
		36	燃料取扱棟クレーンプラグイン機器収納ラック	61	燃料取扱棟検査装置水圧ユニット(ピット側)	ファンズ類	52	燃料シッピング検査装置N2管理ユニット	ファンズ類	135	空調ダクト
		30	作業用電源盤	122	燃料シッピング検査装置	ファンズ類	123	燃料取扱棟検査装置	ファンズ類	75	使用済燃料ピット水中照明用変圧器
		31	雑動力設備接続箱	118	新燃料エレベータ昇降機	ファンズ類	118	新燃料エレベータ昇降機	ファンズ類	83	配管(SFPCSS)
29	使用済燃料ピット水中照明分電盤	134	配管(雨水)	ファンズ類	135	空調ダクト	ファンズ類	81	配管(IA)		
141	自動火災警報設備中継器盤	58	配管(FH)	ファンズ類	57	配管(DW)	ファンズ類	82	配管(FSS)		
24	使用済燃料ピットクレーン電源箱	148	監視カメラ接近防止柵・ラック	ファンズ類	58	配管(SA)	ファンズ類	157	配管(使用済燃料ピット冷却用注水配管※2)		
146	雑動力設備接続箱	134	配管(雨水)	ファンズ類	79	配管(SFPCSS)	ファンズ類	69	エアージャクションボックス		
147	雑動力設備接続箱	135	空調ダクト	ファンズ類	42	配管(機庫ドレン系)	ファンズ類	136	照明器具(蛍光灯)		
149	IAEA監視カメラ用コンセント盤	27	配管(床ドレン系)	ファンズ類	49	配管(空調ドレン系)	ファンズ類	137	照明器具(ハロゲン灯)		
20	ファンズ	6	河内通話設備	ファンズ類	140	可搬型使用済燃料ピット水位計	ファンズ類	65	消火器		
18	チェッカープレート(機材搬入口)	11	監視カメラ(IAEA用)	ファンズ類	151	可搬型エリアモニター赤外線監視カメラ	ファンズ類	80	消火栓		
19	手摺り(機材搬入口)	2	担架格納箱	ファンズ類	48	機内LAN	ファンズ類	102	検査室窓		
25	手摺り(新燃料貯蔵庫)	3	PHS機内通話装置中継端子	ファンズ類	72	非常灯	ファンズ類	84	消火器		
148	監視カメラ接近防止柵・ラック	7	インターホン	ファンズ類	78	河内通話設備	ファンズ類	154	パッケージ型消火設備		
134	配管(雨水)	4	消火器	ファンズ類	138	照明器具(蛍光灯)	ファンズ類	155	パッケージ型消火設備		
135	空調ダクト	8	スピーカ	ファンズ類	138	照明器具(HID)	ファンズ類	64	使用済燃料ピット水位監視カメラ(SA用)		
37	配管(SA)	10	機庫	ファンズ類	120	封印版	ファンズ類	73	フラットホーム		
38	配管(DW)	9	時計	ファンズ類	53	可搬型エリアモニター・電工ドラム	ファンズ類	74	フラットホーム		
26	配管(PW)	44	救命具	ファンズ類	156	建屋内装材	ファンズ類	66	使用済燃料ピットエリアモータ		
27	配管(床ドレン系)	15	階段	ファンズ類	114	燃料ピットゲート	ファンズ類	67	使用済燃料ピット水位指示計		
6	河内通話設備	33	消火栓	ファンズ類	-	燃料ガイドアセンブリ	ファンズ類	156	建屋内装材		
11	監視カメラ(IAEA用)	136	照明器具(蛍光灯)	ファンズ類	-	機器燃料	ファンズ類	94	作業用電源箱		
2	担架格納箱	137	照明器具(ハロゲン灯)	ファンズ類	126	使用済燃料取扱工具(14×14用)	ファンズ類	97	燃料検査装置分電盤		
3	PHS機内通話装置中継端子	138	照明器具(HID)	ファンズ類	130	使用済燃料取扱工具(17×17用)	ファンズ類	109	PPA309		
4	インターホン	142	パッケージ型消火設備	ファンズ類	129	破断燃料保管容器ホルダ・ナット取組工具	ファンズ類	93	UPS		
7	消火器	143	SA資機材	ファンズ類	119	燃料移送装置燃料コンテナ非常回転工具	ファンズ類	92	ラック		
8	スピーカ	144	燃料取扱棟クレーン用操作器収納箱	ファンズ類	127	照射試験片取扱工具	ファンズ類	99	燃料検査室空調ユニット		
10	機庫	145	エアハレット	ファンズ類	117	新燃料取扱工具	ファンズ類	104	燃料取扱棟検査装置ワークステーション		
9	時計	39	非常灯	ファンズ類	116	新内挿物取扱工具	ファンズ類	105	燃料取扱棟検査装置VTRラック		
44	救命具	21	消火器	ファンズ類	125	NFBC取扱工具	ファンズ類	106	燃料シッピング検査装置ワークステーション		
15	階段	32	消火器	ファンズ類	-	制御棒クラスト	ファンズ類	107	燃料シッピング検査装置分析盤		
33	消火栓	150	非常灯	ファンズ類	-	バーナブルポイズン	ファンズ類	107	燃料シッピング検査装置分析盤		
136	照明器具(蛍光灯)	28	ポンプ出口圧力計	ファンズ類	-	シンプルプラグ	ファンズ類	96	配管(空気サンプリ)		
137	照明器具(ハロゲン灯)	156	建屋内装材	ファンズ類	-	二次中性子源	ファンズ類	95	配管(消化水系)		
138	照明器具(HID)	156	建屋内装材	ファンズ類	-	水中照明	ファンズ類	86	河内通話設備		
142	パッケージ型消火設備	156	建屋内装材	ファンズ類	-	保障措置関連検査資機材	ファンズ類	136	照明器具(蛍光灯)		
143	SA資機材	156	建屋内装材	ファンズ類	-	燃料取扱設備、検査装置点検作業の資機材	ファンズ類	88	下駄箱		
144	燃料取扱棟クレーン用操作器収納箱	156	建屋内装材	ファンズ類	-	諸作業等による資機材運搬	ファンズ類	87	雑		
145	エアハレット	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	91	ビデオデッキ		
39	非常灯	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	89	ラック		
21	消火器	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	90	消火器		
32	消火器	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	98	ホワイトボード		
150	非常灯	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	100	ラック		
28	ポンプ出口圧力計	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	101	ラック		
156	建屋内装材	156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	103	イス・机		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	108	プリンター		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	152	ミサイルシールド部封材カバー		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	153	シンプルプラグ		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	1	燃料取扱棟(天井・梁・柱・壁※1)		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	クレーン	133	使用済燃料ピットクレーン	
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	113	破断燃料保管容器		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	115	水中照明		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	157	配管(使用済燃料ピット冷却用注水配管※2)		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	112	使用済燃料ピット水位・水温(既設)		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	110	使用済燃料ピット水位(SA用)		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	111	使用済燃料ピット水温(SA用)		
		156	建屋内装材	ファンズ類	-	キャスク	ファンズ類	156	建屋内装材		

※1 建屋内装材を除く

※2 今後設置予定の設備であり、設計計画を記載する。

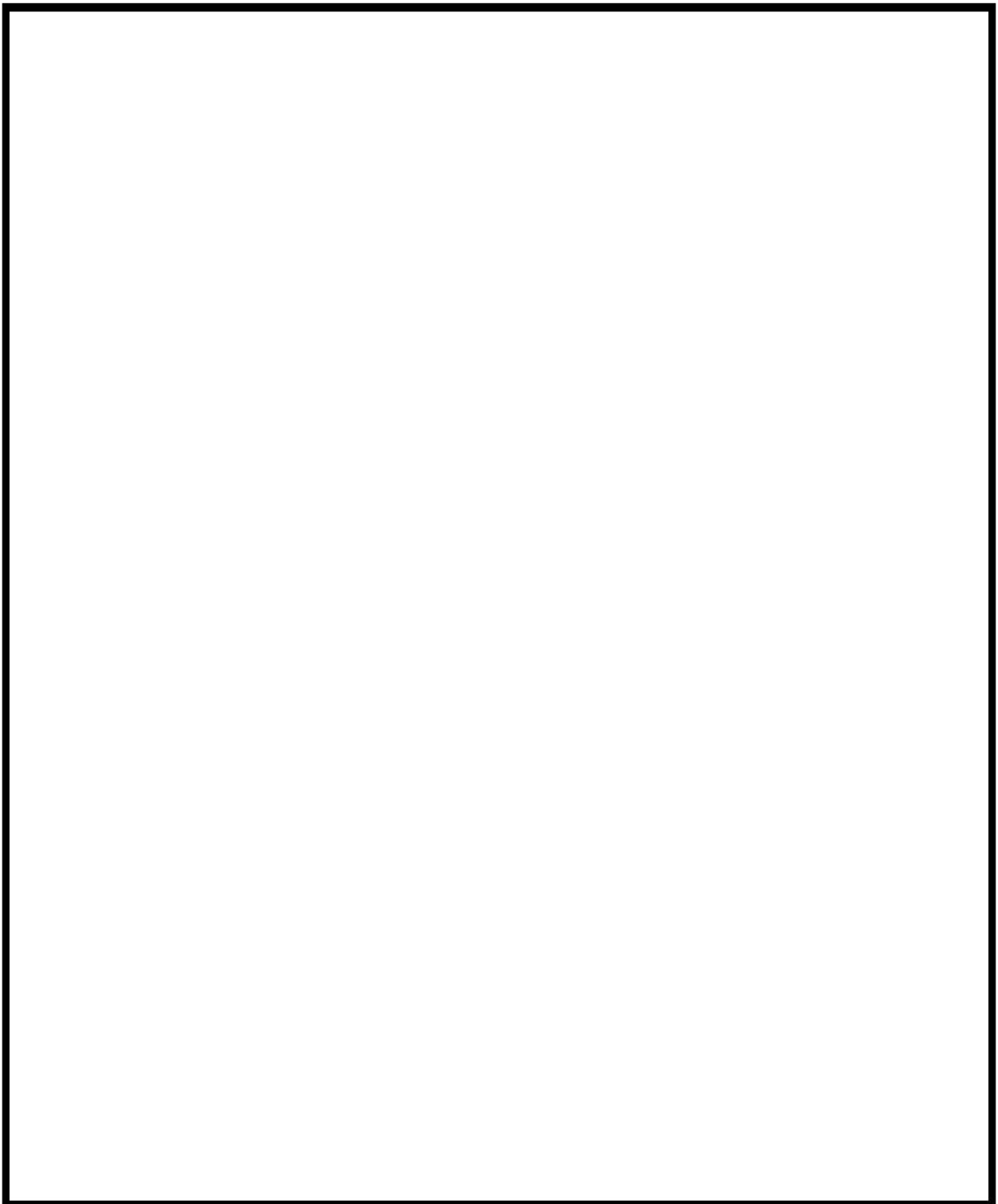



図1 (上) 使用済燃料ピット周辺器具配置図
(下) 使用済燃料ピット周辺器具配置図(複数エリア)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

落下を検討すべき重量物の抽出で検討不要とした設備等の考え方について

評価フローⅠにて抽出した設備等に対して、現場確認や必要に応じて図面及び仕様書等から離隔距離や重量を確認し、下記の条件に該当する場合は、使用済燃料ピットの機能を損なうおそれがないとして検討不要とした。

抽出した設備等に対し、はじめに、使用済燃料ピットとの離隔距離が確保されているものや固定状況により使用済燃料ピットへ落下しないことが確認できるものを検討対象外とした。次に、先の条件にて検討対象となった設備等に対し、地震等による損壊で使用済燃料ピットに落下した際の重量を確認し、燃料集合体の落下エネルギーより小さくなるものを検討対象外とした。

したがって、評価フローⅢにて落下防止とその適切性を確認する必要がある設備とは、使用済燃料ピットまでの離隔距離が小さく、かつ、模擬燃料集合体より落下エネルギーが大きいものとなる。

(検討不要とする条件)

- Ⅱ-①判定:使用済燃料ピットから離隔距離があるもの、かつ固定ボルト等で固定された設備等
(例:電源盤(水中ポンプ制御盤)(高さ1.2mに対して離隔距離2.5m))。
- Ⅱ-②判定:その落下エネルギーが燃料集合体の落下エネルギーより小さいもの
(例:フェンス類(落下エネルギー:約12.8kJ<39.3kJ))

以下の表1に評価フローⅡの整理結果を示す。

ただし、整理表では、本来は離隔距離で検討不要となった設備も落下エネルギーによる検証を行っている。評価フローⅡの評価結果では、Ⅱ-①判定とⅡ-②判定のいずれか片方を満たしていれば評価不要とする。

表1 評価フローII整理表(1/3)

現場確認、機器配置図により抽出した設備等											
エリア	電源種類や装置の名称	設備状況詳細				落下エネルギー評価					評価フローII 評価結果 (×はフローIII へ)
		SFPからの 隔隔距離 (m)	配置判定	固定状況	II-① 判定	本体寸法(m) (縦横奥)	本体重量 (kg)	設置高さ (m)	落下エネル ギー 計算結果	II-② 判定	
トラックアクセスエリア	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	1	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	~35	-	-	×
	クレーン	132	燃料取扱機クレーン	-	×	×	×	27	29.2MJ	×	×
		131	ケーブルレイ・電線管	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		5	電動3枚引込防護扉制御盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		12	使用済燃料ビット監視カメラ電源の幹部	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		13	燃料取扱機クレーン電源箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		16	作業用電源盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		17	推動力設備接続箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		22	作業用電源盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		23	推動力設備電源箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		34	作業用電源盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		35	推動力設備電源箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		36	燃料取扱機クレーンプラグイン機器収納ラック	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		30	作業用電源盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
		31	推動力設備接続箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○
	29	使用済燃料ビット水中燃焼分電盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	141	自動火災警知設備中継機	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	24	使用済燃料ビットクレーン電源箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	146	推動力設備接続箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	147	推動力設備接続箱	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	149	IAEA監視カメラ用コンセント盤	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	20	フェンス	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	18	フェンスプレート(機材搬入口)	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	19	手すり(機材搬入口)	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	25	手すり(新燃料貯蔵庫)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	148	監視カメラ接近防止機・ラック	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	134	配管(雨水)	-	○	○	(1,2)	25	81kJ	×	○	
	135	空調ダクト	0.2 ※2	×	×	×	13	-	-	×	
	37	配管(SA)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	38	配管(DW)	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	26	配管(PW)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	27	配管(圧ドレン系)	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	6	所内連絡設備	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	11	監視カメラ(IAEA用)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	2	相変換装置	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	3	PHS構内連絡装置中継機	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	4	インターホン	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	7	消火器	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	8	スピーカー	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	10	監視	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	9	時計	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	44	救命具	-	○	×	(1)	13	≤6.4kJ	○	○	
	15	階段	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	33	消火栓	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	136	照明器具(蛍光灯)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	137	照明器具(ハロゲン灯)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	138	照明器具(HID)	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	142	バックアップ電源設備	-	○	×	(1)	13	22.2kJ	○	○	
	143	SA直機材	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	144	燃料取扱機クレーン用操作器収納箱	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	145	エアハレット	-	○	×	(1)	13	-	-	○	
	39	非常灯	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	21	消火器	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	32	消火器	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	28	非常灯	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	150	非常灯	-	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	156	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	35	≤34.4kJ	○	○	
	157	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	~35	-	-	×	
	132	燃料取扱機クレーン	-	×	×	×	27	29.2MJ	×	×	
	133	使用済燃料ビットクレーン	-	×	×	×	13	3.9MJ	×	×	
	59	燃料外観検査装置現場盤	6.8	○	○	(1,2)	13	140.3kJ	×	○	
	60	燃料移送装置ビット制御盤	9.2	○	○	(1,2)	13	76.5kJ	×	○	
	43	新燃料エレベータ制御盤	6.8	○	○	(1,2)	13	25.5kJ	○	○	
	51	燃料シンピング検査装置現場盤	2.8	○	○	(1,2)	13	63.8kJ	×	○	
	131	ケーブルレイ・電線管	1.2 ※2	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	45	異物進入防止用フェンス(北面)	1.8	○	○	(1,2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	46	異物進入防止用フェンス(南側)	1.8	○	○	(1,2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	25	手すり(新燃料貯蔵庫)	10.6	○	○	(1,2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	121	手すり(燃料関連ビット)	1.8	○	○	(1,2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	40	配管(SA)	12.4	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	41	配管(DW)	12.8	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	54	配管(IA)	5.2	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	55	配管(気体検査装置用)	5	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	61	燃料移送装置水圧ユニット(ビット側)	10.9	○	○	(1,2)	13	114.8kJ	×	○	
	50	燃料検査装置ユニット(燃料側)	4.9	○	○	(1,2)	13	14.1kJ	○	○	
	52	燃料シンピング検査装置H2管理ユニット	3.4	○	○	(1,2)	13	230.8kJ	×	○	
	122	燃料シンピング検査装置	3.2	○	○	(1,2)	13	114.8kJ	×	○	
	123	燃料外観検査装置	1.8	○	○	(1,2)	13	270.8kJ	×	○	
	118	新燃料エレベータ制御機	5	○	○	(1,2)	13	95.7kJ	×	○	
	134	配管(雨水)	2.5 ※2	○	○	(1,2)	13	42.1kJ	×	○	
	135	空調ダクト	0.2 ※2	×	×	×	13	-	-	×	
	56	配管(FH)	5.2	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	57	配管(DW)	5.1	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	58	配管(SA)	5.4	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	79	配管(SFP/CS)	1.8	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	42	配管(機器ドレン系)	7.3	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	47	配管(SFP/CS)	2.2	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	49	配管(空調ドレン系)	4.5	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	140	可搬型使用済燃料ビット水位計	5	○	×	(1)	13	7.7kJ	○	○	
	151	可搬型エリアモニター用監視カメラ	4.8	○	○	(1,2)	13	-	-	○	
	48	構内LAN	3.8	○	○	(1,2)	13	≤6.4kJ	○	○	
	72	非常灯	4	○	○	(1,2)	13	≤6.4kJ	○	○	
	78	所内連絡設備	4	○	○	(1,2)	13	≤6.4kJ	○	○	
	136	照明器具(蛍光灯)	1.3 ※2	○	○	(1,2)	13	≤6.4kJ	○	○	
	137	照明器具(ハロゲン灯)	0.5 ※2	○	○	(1,2)	13	≤6.4kJ	○	○	
	138	照明器具(HID)	1.7	○	○	(1,2)	13	0.9kJ	○	○	
	120	計印機	7.1	○	○	(1,2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	53	可搬型エリアモニター・電エドラム	5.9	○	×	(1)	13	≤12.8kJ	○	○	
	156	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	35	≤34.4kJ	○	○	

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表1 評価フローII整理表(2/3)

現場確認、機器配置図により抽出した設備等												
エリア	電源盤類や装置の名称	設備状況評価				落下エネルギー評価					評価フローII 評価結果 (×はフローIII へ)	
		SFPからの 離隔距離 (m)	配置判定	固定状況	II-(1) 判定	本体寸法(m) (縦横奥)	本体重量 (kg)	設置高さ (m)	落下エネルギー 計算結果	II-(2) 判定		
異物混入防止用フェンス内エリア	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	1	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	~35	-	-	×	
	クレーン	133	使用済燃料ビットクレーン	-	×	×	×	13	3.9MJ	×	×	
	電源盤類	62	水中ポンプ制御盤	2.5	×	○	(2)	13	15.3kJ	○	○	
		63	作業用電源盤	2.5	×	○	(2)	13	7.7kJ	○	○	
		70	B-使用済燃料ビット水中照明分電盤	1.5	×	×	×	13	23.0kJ	○	○	
		71	A-使用済燃料ビット水中照明分電盤	1.5	×	×	×	13	29.4kJ	○	○	
		76	原子炉建屋管理区域100V補分電盤	2.4	×	○	(2)	13	38.3kJ	○	○	
		85	作業用電源盤	1.7	×	○	(2)	13	12.8kJ	○	○	
		131	ケーブルレイ・電線管	1.2	×	○	(2)	13	-	-	○	
		68	異物混入防止用フェンス(検査室下)	1.9	×	○	(2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	フェンス類	139	手摺り(使用済燃料ビット)	-	×	○	(2)	13	≤12.8kJ	○	○	
		134	配管(雨水)	2.5	×	○	(2)	13	42.1kJ	×	○	
		135	防護ダクト	0.2※2	×	×	×	13	-	-	×	
		75	使用済燃料ビット水中照明用変圧器	1.3	×	○	(2)	13	54.9kJ	×	○	
		83	配管(SFPC)	1.7	×	○	(2)	13	-	-	○	
		81	配管(A)	3	×	○	(2)	13	-	-	○	
		82	配管(FSS)	1.8	×	○	(2)	13	-	-	○	
		157	配管(使用済燃料ビット冷却用注水配管 ^{※2})	-	×	×	×	13	-	-	×	
	作業機材類	69	エアージャクションボックス	1.5	×	○	(2)	13	≤6.4kJ	○	○	
		136	照明器具(蛍光灯)	1.3	×	○	(2)	13	≤6.4kJ	○	○	
		137	照明器具(ハロゲン灯)	0.5	×	○	(2)	13	≤6.4kJ	○	○	
		85	消火器	1.8	×	○	(2)	13	≤6.4kJ	○	○	
		80	消火栓	1.6	×	○	(2)	13	7.7kJ	○	○	
		102	検査窓	1.9	×	○	(2)	13	7.7kJ	○	○	
		84	消火器	2.6	×	○	(2)	13	≤12.8kJ	○	○	
		154	バケージ製消火設備	1.7	×	○	(2)	13	22.2kJ	○	○	
		155	バケージ製消火設備	1.5	×	○	(2)	13	22.2kJ	○	○	
		84	使用済燃料ビット水位監視カメラ(SA用)	1.4	×	○	(2)	13	≤12.8kJ	○	○	
		73	プラトホーム	1	×	○	(2)	13	-	-	○	
		74	プラトホーム	2	×	○	(2)	13	-	-	○	
	測定機器類	86	使用済燃料ビットエリアモニタ	2.7	×	○	(2)	13	≤12.8kJ	○	○	
		87	使用済燃料ビット水位指示計	2.6	×	○	(2)	13	≤12.8kJ	○	○	
	建屋内装材	156	建屋内装材	-	×	×	×	35	≤34.4kJ	○	×	
	燃料検査室内エリア	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	1	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	~35	-	-	×
		電源盤類	64	作業用電源盤	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	5.9kJ	○	×
			67	燃料検査装置分電盤	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	211.9kJ	×	○
			109	PPA309	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	-	-	○
			93	UPS	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○
			82	ラック	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○
			99	燃料検査室空調ユニット	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	63.6kJ	×	○
104			燃料外観検査装置ワークステーション	1.9※5	○	×	(1)	24	94.2kJ	×	○	
105			燃料外観検査装置VTRラック	1.9※5	○	×	(1)	24	47.1kJ	×	○	
装置類		106	燃料シッピング検査装置ワークステーション	1.9※5	○	×	(1)	24	82.4kJ	×	○	
		107	燃料シッピング検査装置分析機	1.9※5	○	×	(1)	24	70.7kJ	×	○	
		96	配管(空気サンプル)	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	-	-	○	
		95	配管(消化水系)	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	-	-	○	
		86	所内通話設備	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	≤11.8kJ	○	○	
		136	照明器具(蛍光灯)	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	≤11.8kJ	○	○	
		88	下駄箱	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
		87	扉	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
		91	ビデオデッキ	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
		89	ラック	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
		90	消火器	1.9※5	○	○	(1),(2)	24	≤11.8kJ	○	○	
		作業機材類	98	ホワイトボード	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○
100			ラック	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
101			ラック	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
103			イス・机	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
108			プリンター	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
152			ミサイルシールド射撃印カバー	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
153			シンプルラック	1.9※5	○	×	(1)	24	≤23.6kJ	○	○	
燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})			1	燃料取扱機(天井・梁・柱・壁 ^{※1})	-	×	×	×	~35	-	-	×
クレーン			133	使用済燃料ビットクレーン	-	×	×	×	13	3.9MJ	×	×
装置類			113	破壊燃料保管容器	-	×	○	(2)	-	-	-	○
		115	水中照明	-	×	○	(2)	13	10.8kJ	○	○	
測定機器類		157	配管(使用済燃料ビット冷却用注水配管 ^{※2})	-	×	×	×	13	-	-	×	
		112	使用済燃料ビット水位・水温(既設)	-	×	○	(2)	13	12.8kJ	○	○	
		110	使用済燃料ビット水位(SA用)	-	×	○	(2)	13	14.1kJ	○	○	
		111	使用済燃料ビット水温(SA用)	-	×	○	(2)	13	17.9kJ	○	○	
建屋内装材		156	建屋内装材	-	×	×	×	35	≤34.4kJ	○	○	

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表1 評価フローII整理表(3/3)

作業実績から抽出した設備等												
エリア	電源盤類や装置の名称	設備状況評価				落下エネルギー評価					評価フローII 評価結果 (×はフローIII へ)	
		SFPからの 離隔距離 (m)	配置判定	固定状況	II-① 判定	本体寸法(m) (縦横奥)	本体重量 (kg)	設置高さ (m)	落下エネルギー 計算結果	II-② 判定		
SFP/廃用	移送中の燃料ピットゲート	114	燃料ピットゲート	-	×	×	×	13	74.0kJ	×	×	
	-	-	燃料ガイドアセンブリ	-	×	×	×	5	49.1kJ	×	×	
	-	-	補綴燃料	-	×	×	×	5	29.7kJ	○	※3	
	移送中の燃料ガイドアセンブリ 等 (使用済燃料取扱工具等を含む)	128	使用済燃料取扱工具(14×14用)	-	×	×	×	5	9.4kJ	○	※3	
	-	-	使用済燃料取扱工具(17×17用)	-	×	×	×	5	14.8kJ	○	※3	
	-	-	破壊燃料保管容器ボルト・ナット取扱工具	-	×	×	×	5	3.0kJ	○	※3	
	-	-	燃料移送装置燃料コンテナ非常回転工具	-	×	×	×	5	6.9kJ	○	※3	
	-	-	照射試験片取扱工具	-	×	×	×	5	5.0kJ	○	※3	
	-	-	新燃料取扱工具	-	×	×	×	5	2.0kJ	○	※3	
	-	-	新内挿物取扱工具	-	×	×	×	5	0.5kJ	○	※4	
	-	-	NFBC取扱工具	-	×	×	×	5	23.1kJ	○	※4	
	移送中の内挿物等 (内挿物取扱工具等を含む)	-	-	制御棒クラスタ	-	×	×	×	5	26.5kJ	○	※4
	-	-	バーナブルボイズン	-	×	×	×	5	1.0kJ	○	※4	
	-	-	シンプルプラグ	-	×	×	×	5	0.2kJ	○	※4	
	-	-	一次中性子源	-	×	×	×	5	0.3kJ	○	※4	
	-	-	二次中性子源	-	×	×	×	5	0.5kJ	○	※4	
	-	-	水中照明	-	×	×	×	13	10.9kJ	○	※4	
	その他作業	-	-	保護措置関連査察資機材	-	×	×	×	13	-	○	○
	-	-	-	燃料取扱設備、検査装置点検作業の資機材	-	×	×	×	13	-	○	○
	-	-	-	操作室等による資機材運搬	-	×	×	×	13	-	○	○
FIB/廃用	移送中のキャスク	-	キャスク	-	×	×	×	15	16.2MJ	×	×	
	-	-	キャスク吊具	-	×	×	×	15	588.4kJ	×	×	
	-	-	照射試験片輸送容器	-	×	×	×	15	1.5MJ	×	×	
	-	-	照射試験片輸送容器吊具	-	×	×	×	15	138.3kJ	×	×	

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公表できません。

燃料取扱棟内の作業数(平成25年1月～12月までの実績および点検作業実績)

分類	作業別作業内容
全体作業数 [※]	41 平成25年1月～12月までの作業実績と主な点検作業実績の全体(燃料集合体取扱作業を含む)
使用済燃料ピットクレーン作業	14 (燃料取扱作業を含む)
貯蔵施設内作業(燃料作業、点検等を除く)	5 水中照明点検、ピットゲート点検、燃料ガイドアセンブリ移動、燃料内挿物移動、査察資機材
貯蔵施設外作業	4 燃料取扱設備、検査装置点検における資機材運搬
燃料取扱棟クレーン作業	17 (燃料取扱作業を含む)
貯蔵施設周辺の作業	1 使用済燃料運搬作業
上記以外の主な作業	16 異物回収装置搬出入作業、テスト用搬出入作業、使用済燃料号機間移動準備作業、PCPE-9点検工事
クレーンを使用しないもの	10 水中照明絶縁抵抗測定、照明球交換、建物修繕、現場計器点検 等

※月例で行う作業等については1作業にまとめた。

検討不要条件

- ①: SFPからの離隔距離が確保されているもの
- ②: 固定ボルト等により固定された設備であること

- ※1 取扱工具および吊具を含む
- ※2 燃料取扱棟内の全域に配置されているため、異物混入防止用フェンス内の数値に代表させた
- ※3 最も重い燃料ガイドアセンブリ(落下エネルギー49.1kJ)の選定結果に包絡される
- ※4 最も重い移動中の制御棒クラスタ(落下エネルギー26.5kJ)の選定結果に包絡される
- ※5 燃料検査室の窓枠高さ0.8m
- ※6 配管径150A(19.8kg/m)より重量約330kg(16.6m×19.8kg/m=328.7kg)
- ※7 建屋内装材を除く
- ※8 今後設置予定の設備であり、設計計画を記載する。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

仮設物に対する落下防止措置について

仮設物管理は、泊発電所の所内マニュアルにおいて次のように定められている。

プラントの運転中又は停止中にかかわらず、安全上重要な設備（クラス 2 以上）及びプラント運転継続上重要な設備の近傍（長さ又は高さの 2 倍以内）には原則として物を置かない。ただし、転倒又は移動を防止するため、転倒防止用金具又は移動防止用の車止め、ワイヤロープで固縛を行うこと。

落下試験結果が泊3号炉で使用する新規燃料にも適用できることについて

泊3号炉で使用する新規燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料）はA型 17×17 48GWd/t 燃料と同等の設計で作られる。そのため下記の表1のとおり、泊3号炉で使用可能なウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料を想定した場合でも落下試験時の落下エネルギー以下となるため、落下試験条件を適用できる。

表1 泊3号炉で使用予定の燃料の重量と落下エネルギー

			落下物重量		落下高さ (H)	位置 エネルギー (E)	備考
			気中(Ma)	水中(Mw)			
実機	17×17 55GWd/t 燃料	A型	[Redacted]	[Redacted]	4.9m	[Redacted]	位置エネルギー $E=g \cdot Mw \cdot H$ ここで、 $\left(\begin{array}{l} g: \text{重力加速度} \\ Mw: \text{落下物重量} \\ H: \text{落下高さ} \end{array} \right)$
		B型			4.9m		
	ウラン・プルトニウム 混合酸化物新燃料				4.9m		
模擬燃料集合体			約 668kg (気中実測値)	6 m	約 39.3kJ	水中重量 $Mw=Ma-\rho \cdot V$ ここで、 $\left(\begin{array}{l} Ma: \text{実機重量(気中)} \\ \rho: \text{水密度} \\ V: \text{実機体積} \end{array} \right)$	

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

泊 3 号炉の建屋名称

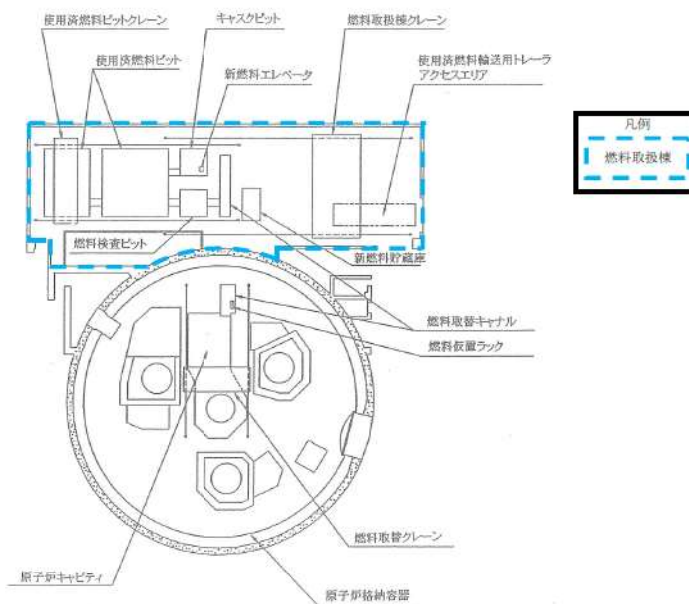


図 1 泊 3 号炉の建屋名称 (横断面図)

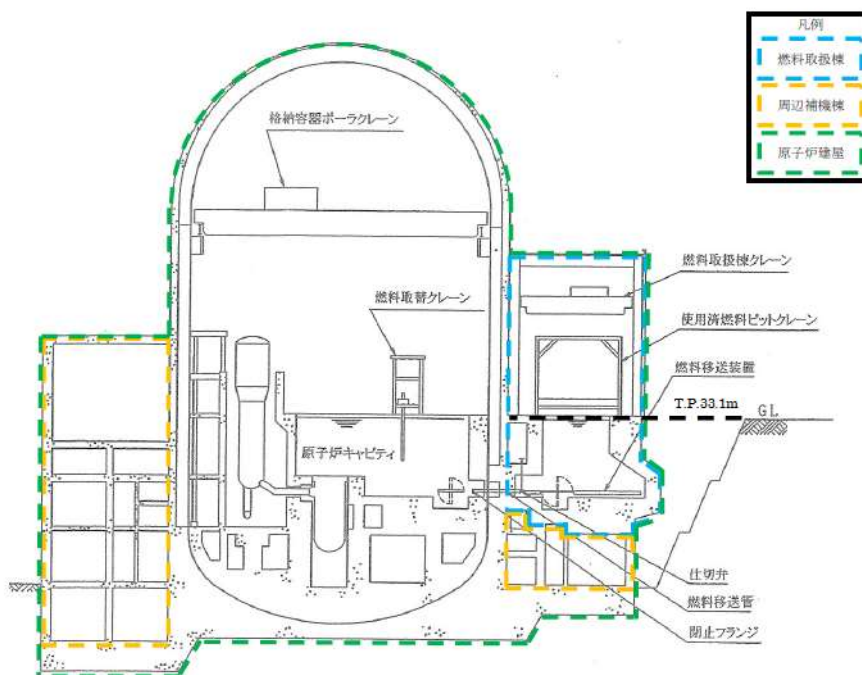


図 2 泊 3 号炉の建屋名称 (縦断面図)

燃料取出し装荷の流れ

燃料取出しの流れは図 1, 2 のとおりであり, 燃料装荷は以下の逆の流れとなる。

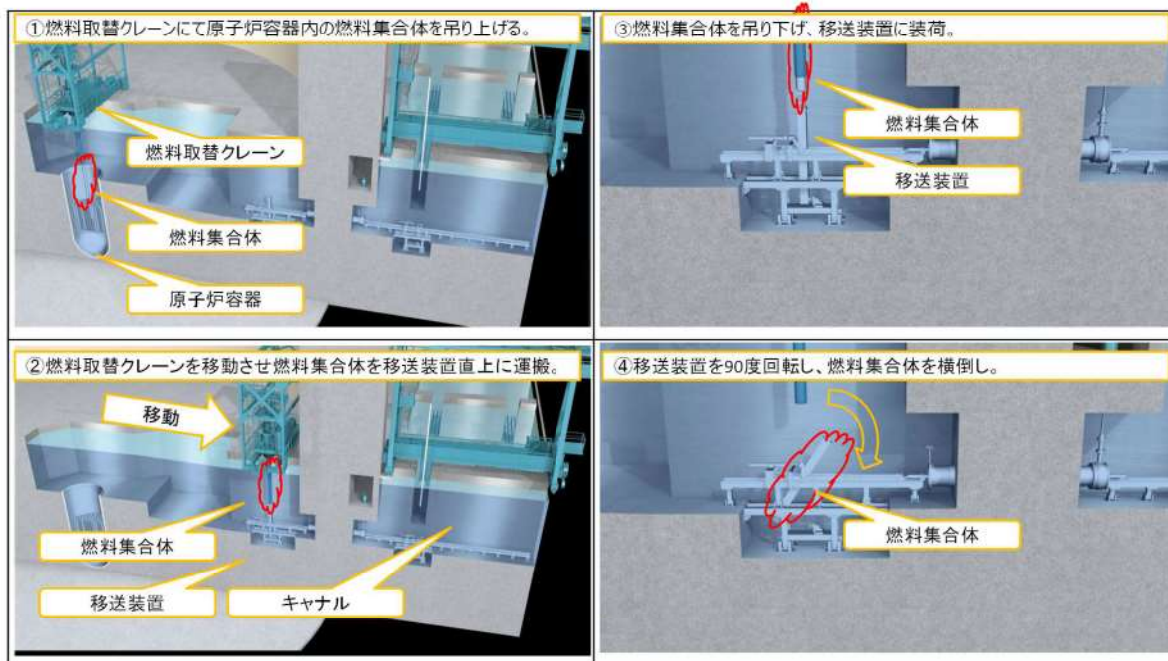


図 1 燃料取出しの流れ (格納容器側)

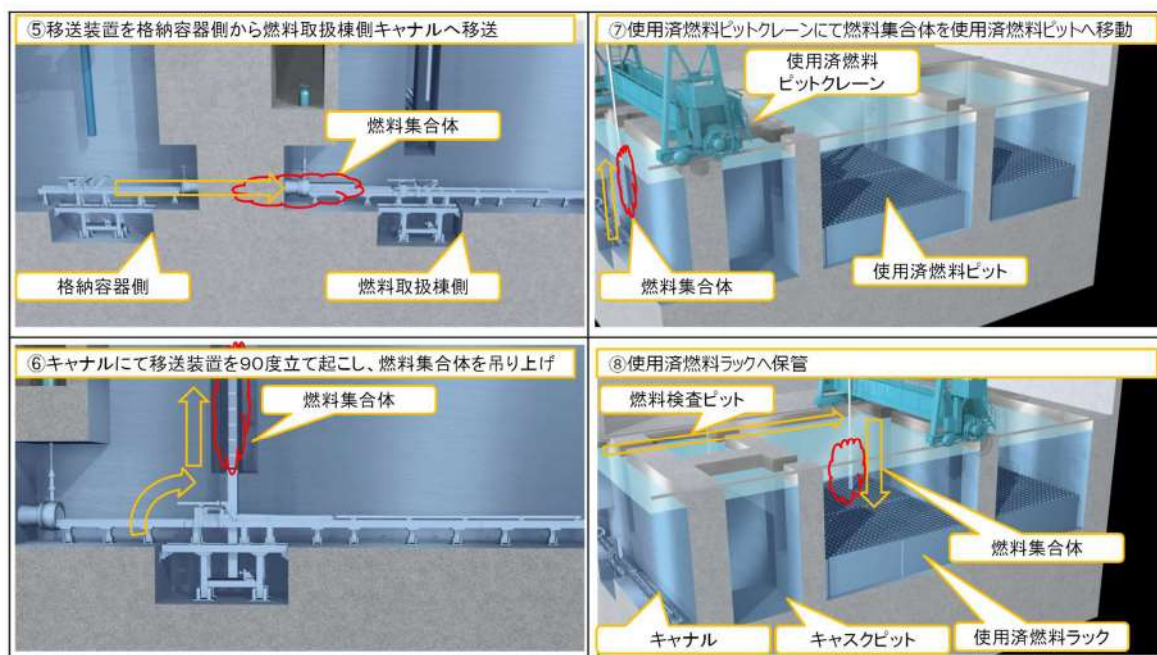


図 2 燃料取出しの流れ (燃料取扱棟側)

建屋内装材の落下エネルギーについて

1. 燃料取扱棟上層部の建屋内装材設置位置について

建屋内装材は、燃料取扱棟の上層部に取り付けられておりけい酸カルシウム板とグラスウールで構成されている。

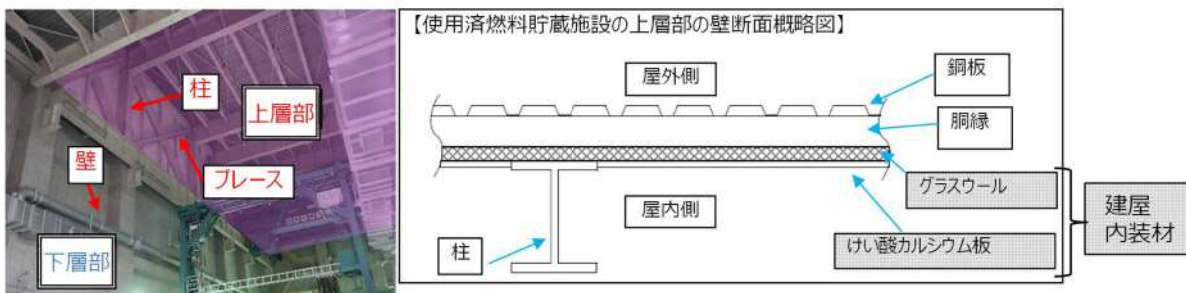
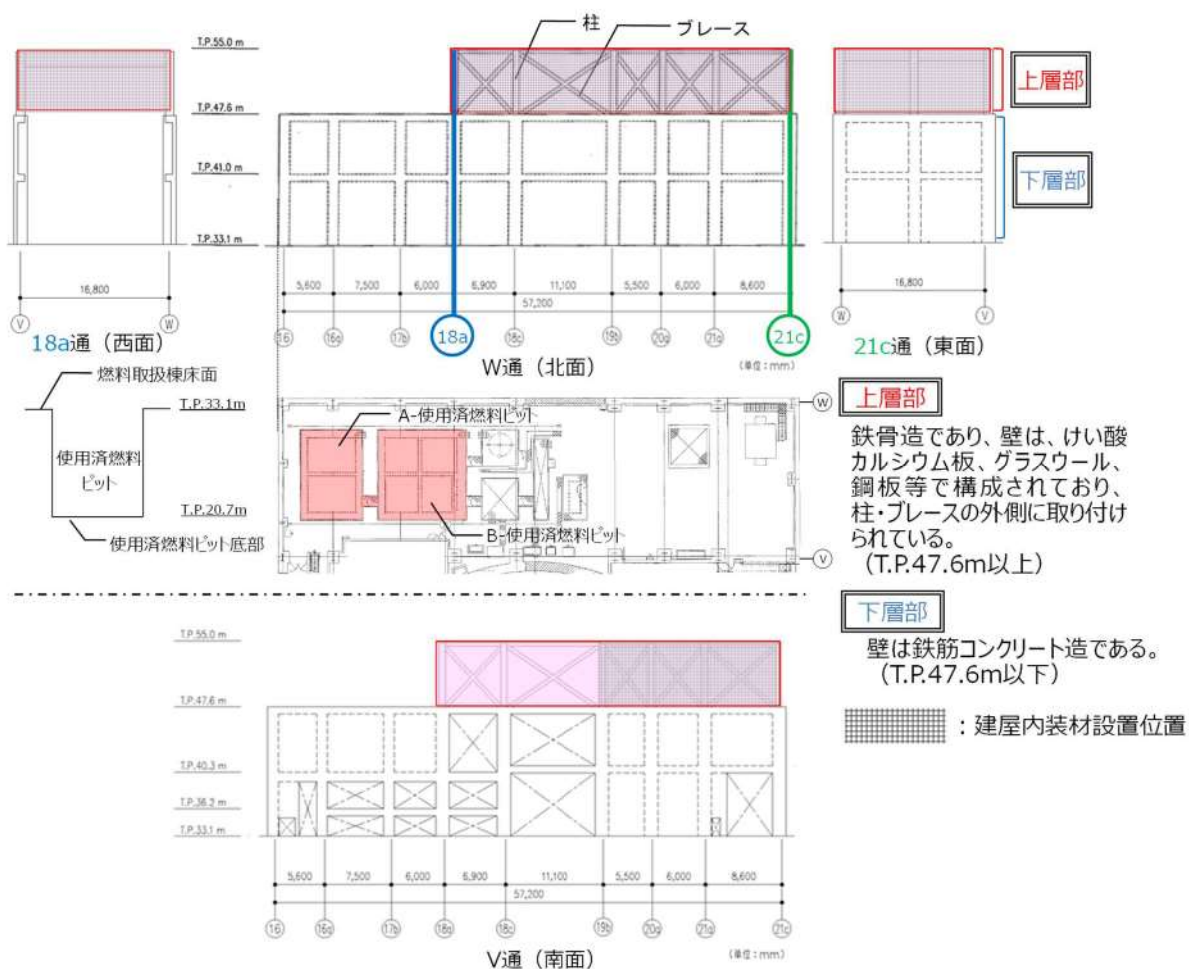


図1 建屋内装材設置位置

2. 建屋内装材の落下エネルギーについて

建屋内装材はビス止めであり柱や鋼材に強固に接合されているものではないため、地震により接合部が外れ、落下するおそれがあるが、けい酸カルシウム板同士は接合していないため、板は1枚単位で落下する(図2参照)。

仮にけい酸カルシウム板が破損せずに形を保ったまま落下した場合でも重さは最大約8kgとなる。グラスウールの落下量は特定できないが、けい酸カルシウム板と同じ寸法(91cm×182cm)のグラスウールの重量は約4kgであり、これがけい酸カルシウム板と一体で落下しても重量は約12kgである。以上より、建屋内装材の落下重量は保守的に考えても100kgを超えないと想定した。

また、建屋内装材はT.P. 47.6m以上に設置されているが、落下については最も高い位置(T.P. 55.0m)から使用済燃料ピットに落ちると想定し保守的に35mを落下高さとした。

結果は以下のとおりであり、落下エネルギーは燃料集合体等の気中落下試験時の落下エネルギー(約39.3kJ)を下回ることを確認した。

$$\begin{aligned} \text{落下エネルギー} &= \text{重量} (<100\text{kg}) \times \\ &\quad \text{落下高さ} (35\text{m}) \times \\ &\quad \text{重力加速度} (9.80665\text{m/s}^2) \\ &= \text{約} 34.4\text{kJ} \end{aligned}$$

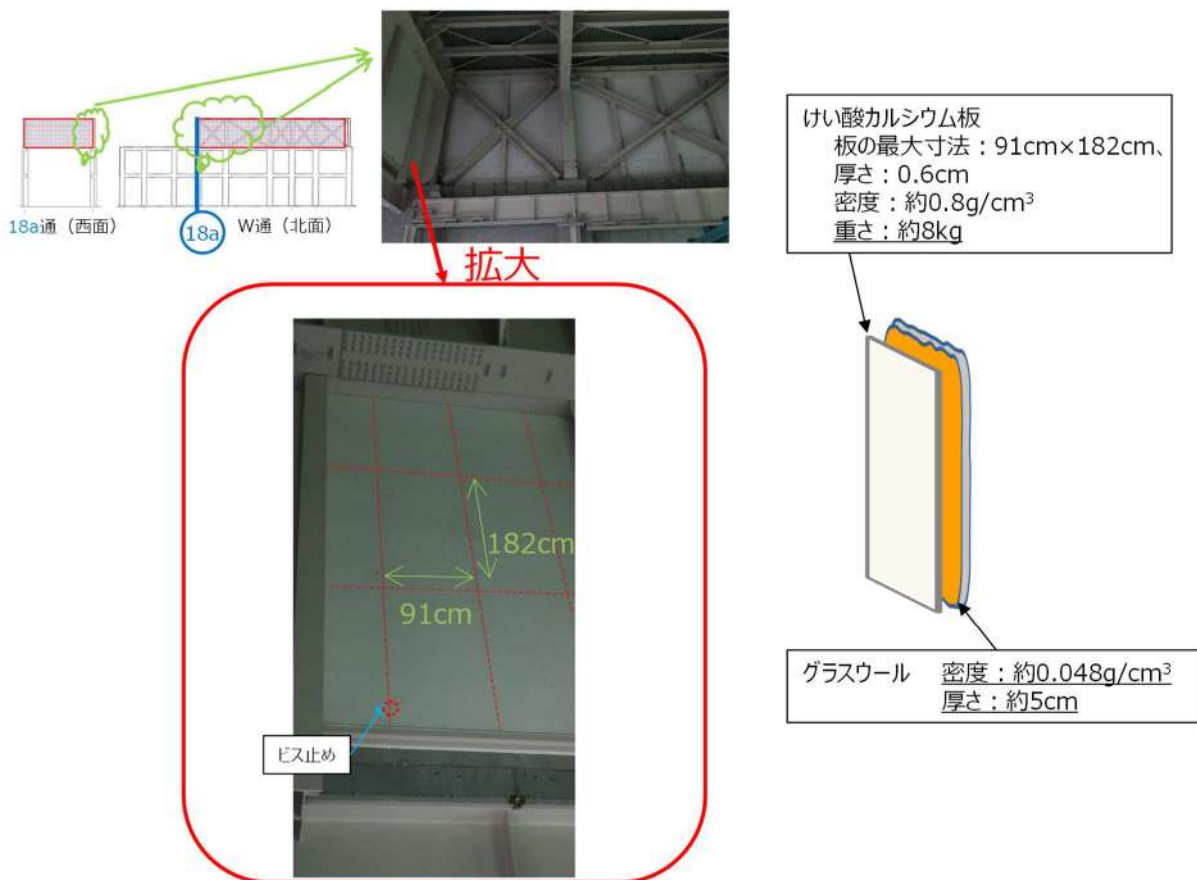


図2 建屋内装材取付状況

泊発電所 3 号炉

使用済燃料ピット監視設備について

目次

1. 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）

1.1 概要

1.2 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）について

1.3 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の計測結果の記録及び保存について

1.4 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の電源構成について

1.5 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の設置場所について

（別紙1）各計測装置の記録及び保存について

（別紙2）警報設定値について

（別紙3）使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の電源容量について

2. 【参考資料】

使用済燃料ピット監視設備（重大事故対処設備）

1. 使用済燃料ピット監視設備について

2. 設備概要について

3. 使用済燃料ピット監視設備の重大事故等対処設備の設計基準対象施設への影響防止対策

4. 使用済燃料ピット監視設備（重大事故等対処設備）の電源構成について

（補足資料）

1. 想定する事故等について

2. 想定事故1，2における使用済燃料ピット水位及び放射線量率について

3. 使用済燃料ピット事故時環境下での監視計器の健全性について

4. 使用済燃料ピット水位（可搬型）の成立性について

5. 使用済燃料ピット監視設備（重大事故等対処設備）の全体概要

6. 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタによる監視について

7. 使用済燃料ピット監視設備の線量評価手法等について

8. 重大事故等時における使用済燃料ピット監視計器の耐環境性について

1. 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）

1.1 概要

平成 25 年 7 月 8 日に施行された新規制基準のうち、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下、「設置許可基準規則」という。）第十六条第 3 項（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）において、『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』の設置が要求されている。

このため、使用済燃料ピットの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を監視する設計基準対象施設である使用済燃料ピット監視設備について、以下のとおり基準適合性を確認した。

1.2 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）について

設置許可基準規則第十六条第 3 項にて要求されている『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』については、使用済燃料ピット水位、使用済燃料ピット温度及び使用済燃料ピットエリアモニタを設置している。また、使用済燃料ピットの水位低下、上昇及び温度上昇並びに使用済燃料ピット付近の放射線量の異常を検知し、中央制御室に警報を発信する機能を有している。（表 1.2.1 参照）

さらに、外部電源が利用できない場合においても、『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。）』として、使用済燃料ピットの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を監視する、使用済燃料ピット水位、使用済燃料ピット温度及び使用済燃料ピットエリアモニタについて、非常用所内電源系からの電源供給により、監視継続が可能であるとともに、測定結果を、表示し、記録し、これを保存することとしている。

表 1.2.1 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の一覧

名称	検出器種類	測定範囲の考え方	計測範囲	警報設定値	取付箇所	個数	耐震 重要度
使用済燃料 ピット水位	超音波式 水位検出器	水位が通常水位（T.P. 32.66m）近傍 であること	T.P. 32.26m～ 32.76m	水位高 通常水位+0.07m （T.P. 32.73m） 水位低 通常水位-0.08m （T.P. 32.58m）	燃料取扱棟 T.P. 33.1m	2	C
使用済燃料 ピット温度	測温抵抗体	使用済燃料ピット水浄化冷却系の系 統によりピット温度は 52℃以下に維 持されており、使用済燃料ピットの 水が通常温度より高くなったことを 検出するため、ピット水の最高許容 温度（65℃）に余裕をみた温度とす る。	0～100℃	温度高 <input type="text"/> ℃	燃料取扱棟 T.P. 33.1m	2	C
使用済燃料 ピット エリアモニタ	半導体式 放射線検出器	燃料取扱場所の遮蔽設計区分Ⅲの上 限線量当量率（20 μSv/h）を包含し て測定できる範囲とする。	1～10 ⁵ μSv/h	線量当量率高 <input type="text"/> μSv/h	燃料取扱棟 T.P. 33.1m	1	C

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(1) 使用済燃料ピット水位

○計測目的：使用済燃料ピットの通常補給レベルの監視及び基準水位レベル（T.P. 32. 66m）からの水位の異常な低下及び上昇の監視を目的としている。

○構成概略：超音波式水位検出器で検出された使用済燃料ピットの水位は，超音波式水位変換器にて電流信号に変換され，1次系制御監視盤内の演算装置にて水位信号に変換する処理を行った後，使用済燃料ピット水位を中央制御室に表示し，記録用計算機にて記録及び保存するとともに，所定の警報設定値に達した場合，水位低及び水位高の警報を中央制御室に発信する。（図 1. 2. 1 参照）

○計測範囲：使用済燃料ピット水位は，超音波信号を水面に向けて発信し，水位の変動による信号の往復時間変化を検出することで，水位を連続的に計測する。計測範囲については，基準水位レベル（T.P. 32. 66m）からの水位の異常な低下及び上昇を監視できるよう，通常水位 $-0.4\sim+0.1\text{m}$ （T.P. 32. 26 \sim 32. 76m）の水位を計測可能としている。

○警報設定：

水位高：使用済燃料ピット水位の異常な上昇によって燃料取扱棟の床面へピット水が溢れるのを事前に検知するために設定値を設けている。

通常水位 $+0.07\text{m}$ （T.P. 32. 73m）（図 1. 2. 2 参照）

水位低：使用済燃料移送時に必要な水遮蔽厚さを維持するために設定値を設けている。

通常水位 -0.08m （T.P. 32. 58m）（図 1. 2. 2 参照）

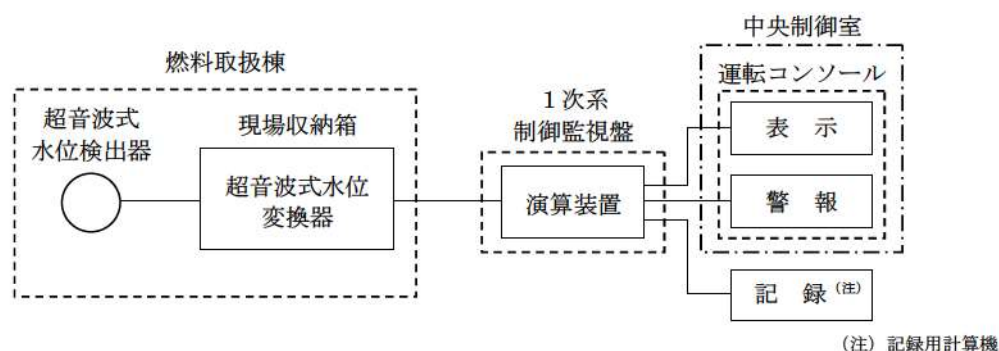


図 1. 2. 1 使用済燃料ピット水位の概略構成図

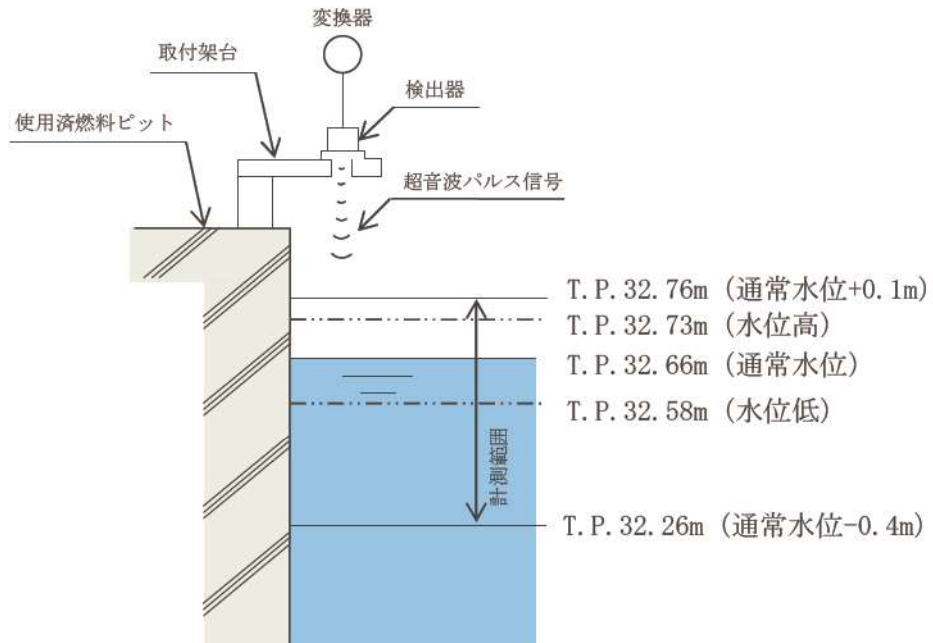


図 1.2.2 使用済燃料ピット水位の計測範囲及び警報設定値

(設備仕様)

計測範囲 : 通常水位 -0.4~+0.1m (T.P. 32.26~32.76m)

個 数 : 2 個

設置場所 : 燃料取扱棟 T.P. 33.1m

A-使用済燃料ピット及びB-使用済燃料ピット

警報設定値 : 水位高 : 通常水位+0.07m (T.P. 32.73m)

水位低 : 通常水位-0.08m (T.P. 32.58m)

個別警報 : 「A-使用済燃料ピット水位高」

「A-使用済燃料ピット水位低」

「B-使用済燃料ピット水位高」

「B-使用済燃料ピット水位低」

(2) 使用済燃料ピット温度

○計測目的：使用済燃料ピット温度の異常な上昇の監視及び冷却水状態の把握を目的とする。

○構成概略：使用済燃料ピット温度は，測温抵抗体が温度に応じた抵抗値に変化し，その抵抗値を1次系制御監視盤内の演算装置にて温度信号へ変換する処理を行った後，使用済燃料ピット温度を中央制御室に表示し，記録用計算機にて記録及び保存するとともに，所定の警報設定値に達した場合，温度高の警報を中央制御室に発信する。(図 1.2.3 参照)

○計測範囲：冷却水の異常な温度上昇を監視できるよう，0～100℃の温度計測を可能としている。

○警報設定：使用済燃料ピット温度は，使用済燃料ピット水浄化冷却系により，通常 52℃以下で維持されており，使用済燃料ピットの水が通常温度より高くなったことを検出するため，ピット水の最高許容温度（65℃）に余裕を見た温度 ℃ とする。(図 1.2.4 参照)

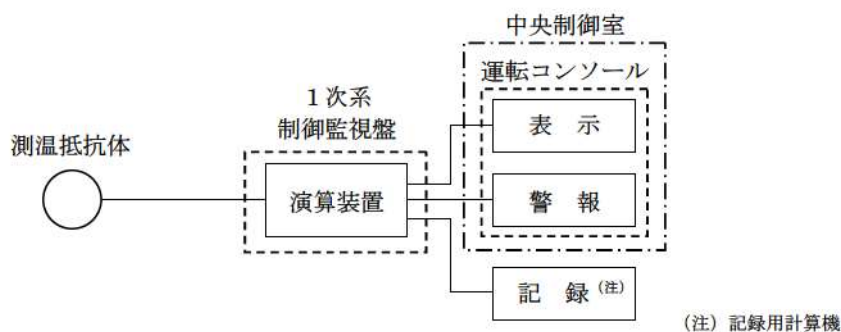


図 1.2.3 使用済燃料ピット温度の概略構成図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

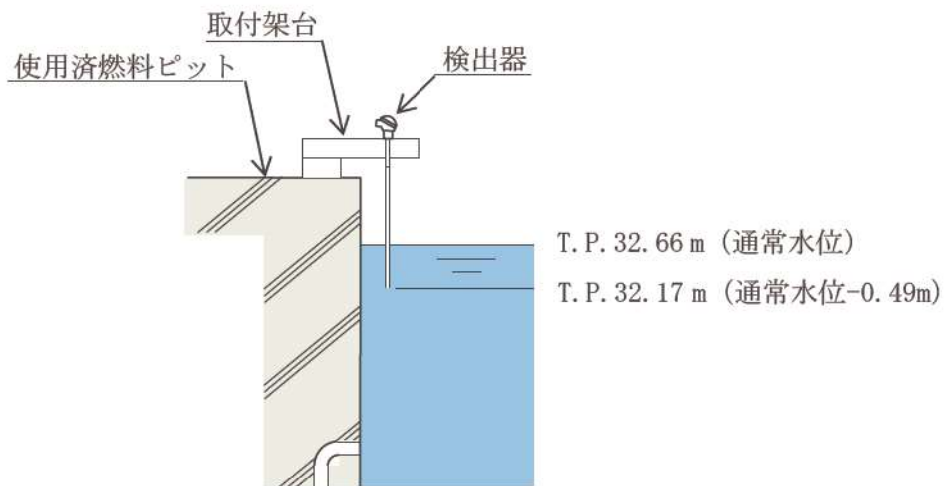


図 1.2.4 使用済燃料ピット温度の設置図

(設備仕様)

計測範囲 : 0~100℃

個 数 : 2個

設置場所 : 燃料取扱棟 T. P. 33.1m

A-使用済燃料ピット及びB-使用済燃料ピット

警報設定値 : 温度高 ℃

個別警報 : 「A-使用済燃料ピット温度高」

「B-使用済燃料ピット温度高」

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(3) 使用済燃料ピットエリアモニタ

○計測目的：作業従事者に対する放射線防護の観点から，使用済燃料ピットエリアにおける線量当量率を監視する。

○構成概略：使用済燃料ピットエリアモニタは線量当量率を，半導体検出器を用いてパルス信号として検出する。検出したパルス信号を1次系制御監視盤内の演算装置にて線量当量率信号へ変換する処理を行った後，線量当量率を中央制御室に表示し，記録用計算機にて記録及び保存するとともに，所定の警報設定値に達した場合，線量当量率高の警報を中央制御室に発信する。（図 1.2.5 参照）

○計測範囲：使用済燃料ピットエリアモニタは，燃料取扱場所の遮蔽設計区分Ⅲの上限線量当量率（ $20 \mu\text{Sv/h}$ ）を包含して測定できる範囲とし， $1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$ の線量当量率を計測可能としている。計測範囲の下限値は，作業従事者に対する放射線防護の観点より管理区域境界における線量当量率限度（遮蔽設計区分Ⅰの上限線量当量率）から計測可能なように設定し，計測範囲の上限値は，設置区域における立ち入り制限値を包含して計測可能なように設定している。

- ・遮蔽設計区分Ⅰの上限線量当量率 $\leq 2.6 \mu\text{Sv/h}$
- ・遮蔽設計区分Ⅲの上限線量当量率 $\leq 20 \mu\text{Sv/h}$

○警報設定：作業従事者に対する放射線防護の観点から，燃料取扱場所の [] $\mu\text{Sv/h}$ を設定値とする。

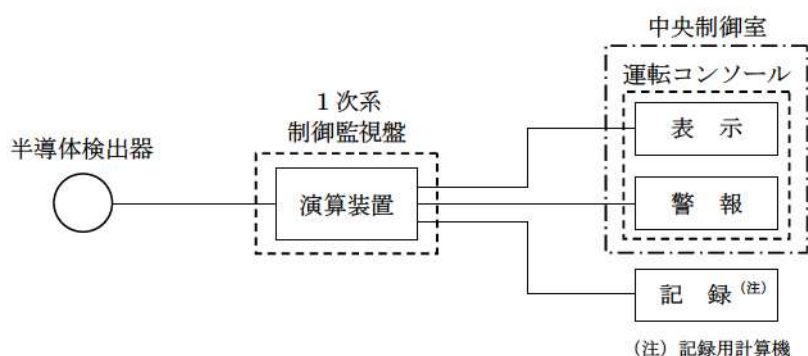


図 1.2.5 使用済燃料ピットエリアモニタの概略構成図

[] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(設備仕様)

計測範囲 : $1 \sim 10^5 \mu \text{ Sv/h}$

個 数 : 1 個

設置場所 : 燃料取扱棟 T.P. 33. 1m

警報設定値 : $\mu \text{ Sv/h}$

個別警報 : 「使用済燃料ピットエリアモニタ (R-5) 線量当量率高」

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

1.3 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の計測結果の記録及び保存について

「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第三十四条において使用済燃料ピットの温度、水位及び燃料取扱場所の放射線量について、「表示、記録、保存」が追加要求されており、「泊発電所原子炉施設保安規定 第11章 記録および報告」に定める保安に関する記録とは別に、社内マニュアルに基づき保存期間等を定めて保管する。（表 1.3.1 参照）

表 1.3.1 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の記録保管期間

要求項目	計測装置	記録方法	保存期間
十二 管理区域内において人が常時立ち入る場所その他放射線管理を特に必要とする場所（燃料取扱場所その他の放射線業務従事者に対する放射線障害の防止のための措置を必要とする場所をいう。）の線量当量率	使用済燃料ピット エリアモニタ	記録用計算機 （電磁的記録）	5年
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	使用済燃料ピット温度	記録用計算機 （電磁的記録）	5年
	使用済燃料ピット水位	記録用計算機 （電磁的記録）	5年

1.4 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の電源構成について

外部電源が利用できない場合においても使用済燃料ピットの水位、温度及び燃料取扱場所の放射線量を監視することが要求されていることから使用済燃料ピット監視設備は、非常用所内電源系からの電源供給により、外部電源が喪失した場合においても計測が可能な設計としている。（設置許可基準規則第十六条 第3項）（図1.4.1 参照）

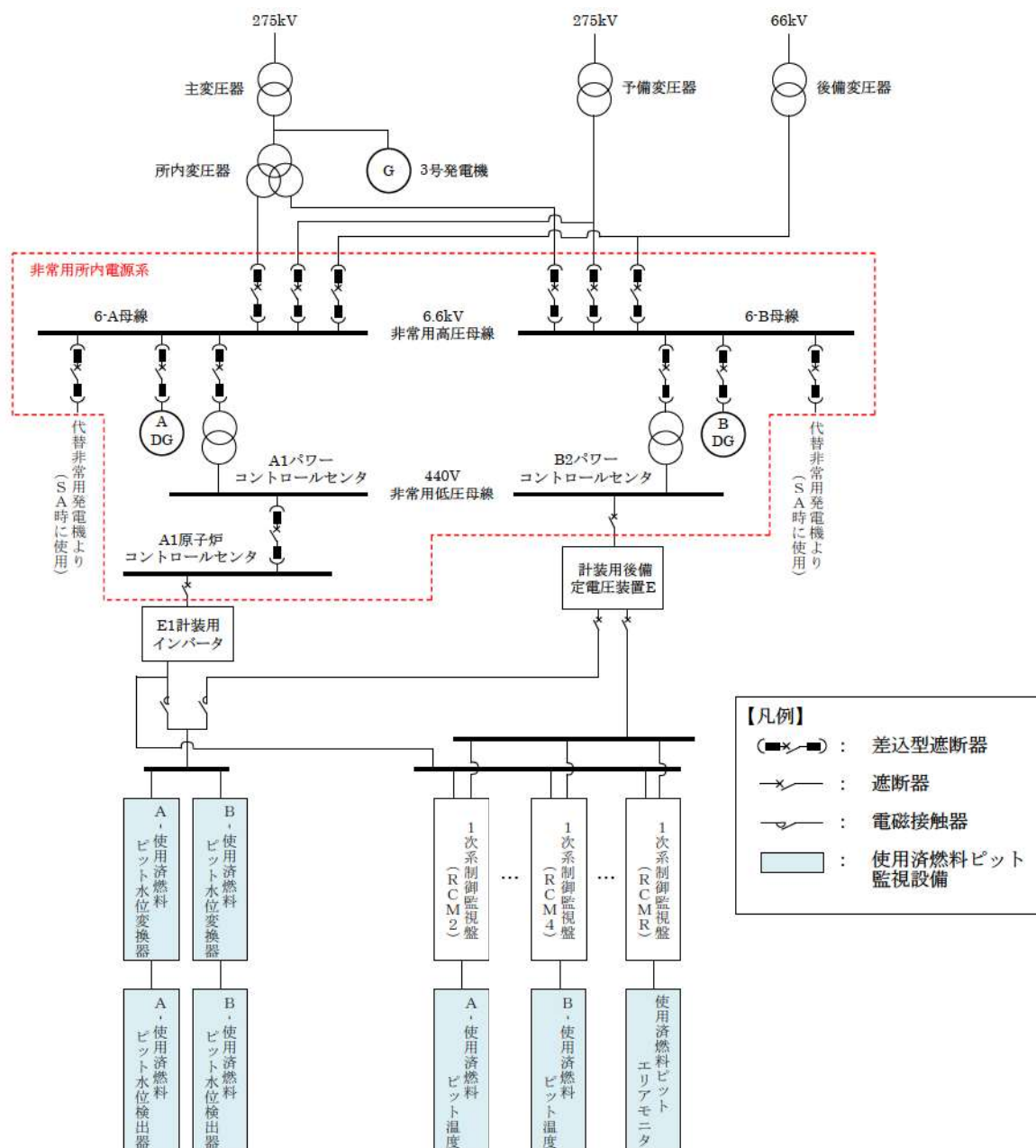


図 1.4.1 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の電源構成概略図

- 1.5 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の設置場所について
使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の設置場所を図 1.5.1 に示す。

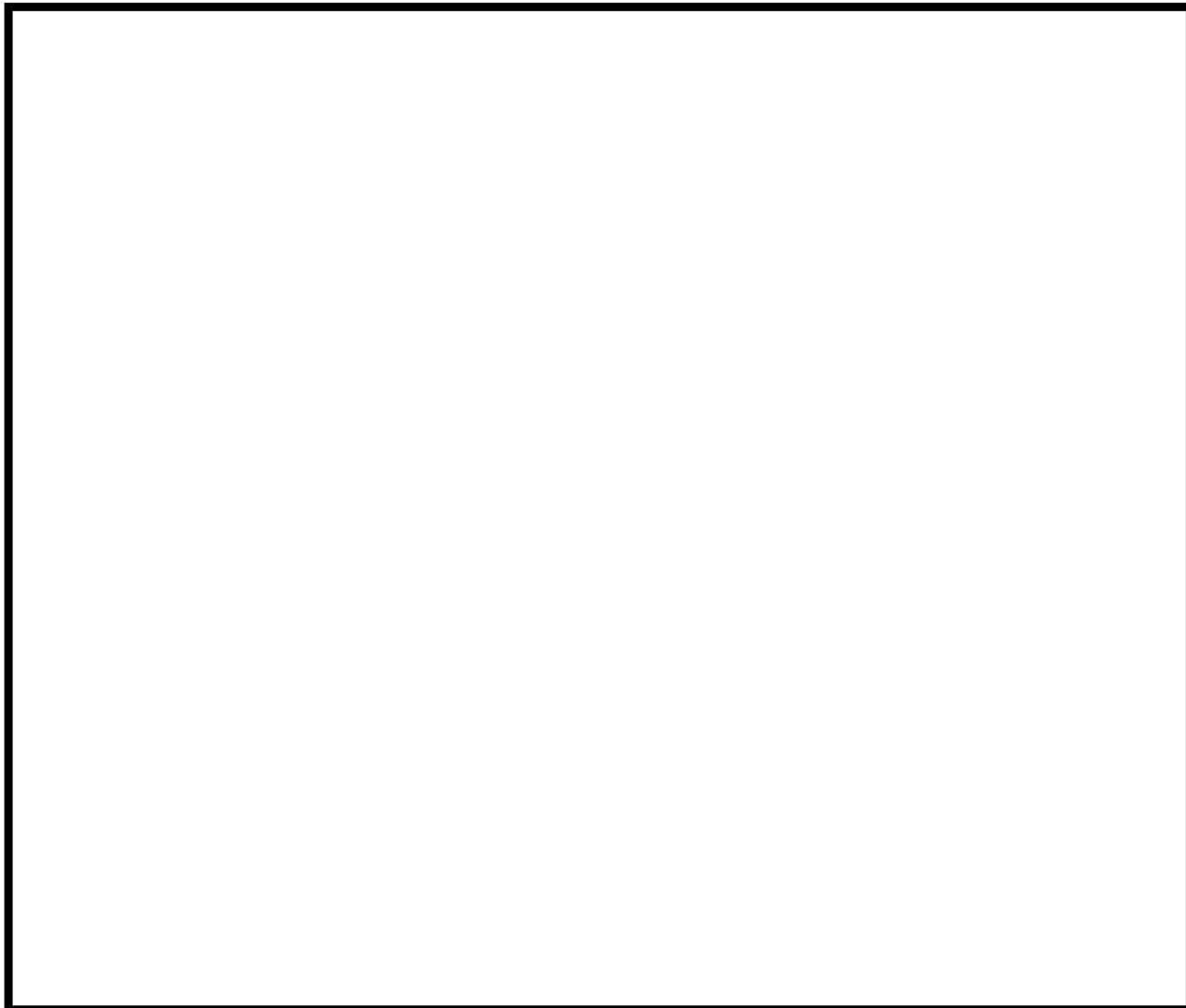


図 1.5.1 使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の設置場所

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

各計測装置の記録及び保存について

「実用発電用原子炉及び附属施設の技術基準に関する規則」第三十四条において使用済燃料ピットの温度、水位及び燃料取扱場所の放射線量について、「表示・記録・保存」が追加要求されており、「泊発電所原子炉施設保安規定 第 11 章 記録および報告」に定める保安に関する記録及び社内マニュアルに基づき保存期間等を定めて保管することとしている。

要求事項	計測装置	記録方法	保存期限
一 炉心における中性子束密度	中性子源領域中性子束	記録紙	10年
	中間領域中性子束	記録紙	10年
	出力領域中性子束	記録紙	10年
三 制御棒の位置及び液体制御材を使用する場合にあっては、その濃度	制御用制御棒位置	計算機運転記録	5年
	停止用制御棒位置	計算機運転記録	5年
	ほう素濃度	水質管理日報	5年
四 一次冷却材に関する次の事項	—		
イ 放射性物質及び不純物の濃度	放射性物質濃度	水質管理日報	5年
	不純物濃度	水質管理日報	5年
ロ 原子炉压力容器の入口及び出口における圧力、温度及び流量	1次冷却材圧力（広域）	記録用計算機	5年
	加圧器圧力	記録用計算機	5年
	1次冷却材温度（広域-高温側）	記録用計算機	5年
	1次冷却材温度（広域-低温側）	記録用計算機	5年
	1次冷却材流量	記録用計算機	5年
五 原子炉压力容器（加圧器がある場合は、加圧器）内及び蒸気発生器内の水位	加圧器水位	記録用計算機	5年
	蒸気発生器水位（狭域）	記録用計算機	5年
	蒸気発生器水位（広域）	記録用計算機	5年

要求事項	計測装置	記録方法	保存期限
六 原子炉格納容器内の圧力, 温度, 可燃性ガスの濃度, 放射性物質の濃度及び線量当量率	原子炉格納容器圧力	記録用計算機	5年
	格納容器内温度	記録用計算機	5年
	格納容器内高レンジエリア モニタ (低レンジ)	記録用計算機	5年
	格納容器内高レンジエリア モニタ (高レンジ)	記録用計算機	5年
	格納容器じんあいモニタ	記録用計算機	5年
	格納容器ガスモニタ	記録用計算機	5年
	水素ガス濃度	C/V 内水素ガス濃度 分析結果	プラント 寿命
七 主蒸気管中及び空気抽出器その他の蒸気タービン又は復水器に接続する設備であって放射性物質を内包する設備の排ガス中の放射性物質の濃度	BWRに対する要求		
八 蒸気発生器の出口における二次冷却材の圧力, 温度 (注) 及び流量並びに二次冷却材中の放射性物質の濃度	主蒸気ライン圧力	記録用計算機	5年
	主蒸気流量	記録用計算機	5年
	主蒸気管モニタ	記録用計算機	5年
	高感度型主蒸気管モニタ	記録用計算機	5年
	蒸気発生器ブローダウン水 モニタ	記録用計算機	5年
	復水器排気ガスモニタ	記録用計算機	5年
九 排気筒の出口又はこれに近接する箇所における排気中の放射性物質の濃度	排気筒高レンジガスモニタ (低レンジ)	記録用計算機	5年
	排気筒高レンジガスモニタ (高レンジ)	記録用計算機	5年
	排気筒ガスモニタ	記録用計算機	5年
十 排水口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度	廃棄物処理設備排水モニタ	記録用計算機	5年

(注) 蒸気発生器の出口における二次冷却材の温度は, 主蒸気ライン圧力と飽和温度の関係性を用いて換算することにより間接的に計測する。

要求事項	計測装置	記録方法	保存期限
十一 放射性物質により汚染するおそれがある管理区域（管理区域のうち、その場所における外部放射線に係る線量のみが実用炉規則第二条第二項第四号に規定する線量を超えるおそれがある場所を除いた場所をいう。以下同じ。）内に開口部がある排水路の出口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度	該当なし		
十二 管理区域内において人が常時立ち入る場所その他放射線管理を特に必要とする場所（燃料取扱場所その他の放射線業務従事者に対する放射線障害の防止のための措置を必要とする場所をいう。）の線量当量率	エアロックエリアモニタ	記録用計算機	5年
	放射化学室エリアモニタ	記録用計算機	5年
	充てんポンプ室エリアモニタ	記録用計算機	5年
	使用済燃料ピットエリアモニタ	記録用計算機	5年
	原子炉系試料採取室エリアモニタ	記録用計算機	5年
	炉内核計装区域エリアモニタ	記録用計算機	5年
	廃棄物処理室エリアモニタ	記録用計算機	5年
十三 周辺監視区域に隣接する地域における空間線量率及び放射性物質の濃度	モニタリングステーション	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年
	モニタリングポスト	記録紙	5年

要求事項	計測装置	記録方法	保存期限
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	使用済燃料ピット温度	記録用計算機	5年
	使用済燃料ピット水位	記録用計算機	5年
十五 敷地内における風向及び風速	風向 (E. L. +84m)	記録紙	10年
	風速 (E. L. +84m)	記録紙	10年

警報設定値について

1. 使用済燃料ピット水位の警報設定値について

(1) 警報設定範囲及び警報設定値

使用済燃料ピット水位の水位高及び水位低の警報設定範囲は下記の考えに基づき設定している。

(水位高) 使用済燃料ピット水位の異常上昇により燃料取扱棟の床面へピット水が溢れることを事前に検知するため、通常水位(T.P. 32.66m)～燃料取扱棟の床面(T.P. 33.10m)の間で設定をする。

(水位低) 使用済燃料移送時に必要な水遮蔽厚さを維持するために設定をする。

上記警報設定範囲を考慮し、使用済燃料ピット水位の警報設定値を表1に示す。
また、図1に使用済燃料ピット水位の警報設定範囲概要図を示す。

表1 使用済燃料ピット水位の警報設定値

警報	警報設定値
水位高	通常水位+0.07m (T.P. 32.73m)
水位低	通常水位-0.08m (T.P. 32.58m)

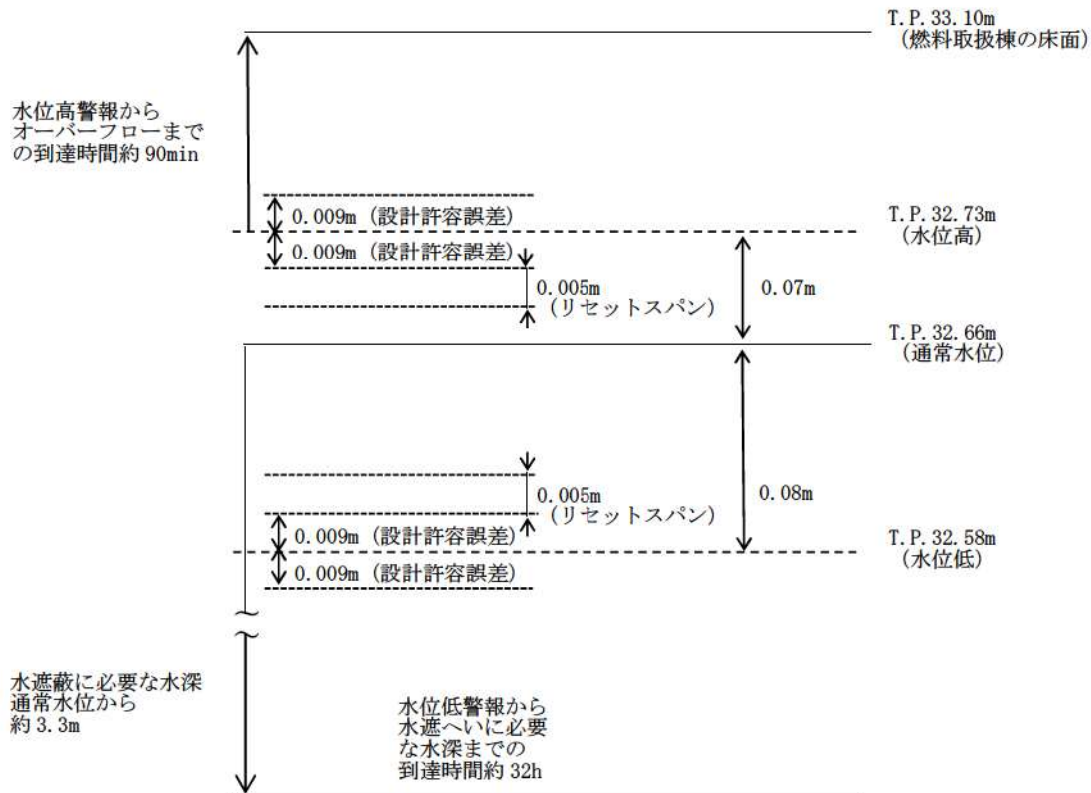


図1 使用済燃料ピット水位の警報設定範囲概要図

(2) 運転操作における警報設定値の評価

以下の諸条件(有効性評価で使用)を用いて評価した。

- ・ピット保有水量：約 1030m³ (B-使用済燃料ピット)
- ・3.3m 水位が下がった分の評価水量：約 630m³ (通常水位～通常水位-3.3m)
- ・ピット断面積：約 202m²
- ・使用済燃料ピットの冷却系の機能喪失後、ピット水温上昇速度：約 9°C/h
- ・使用済燃料ピットの冷却系の機能喪失後、ピット水位低下速度：約 0.1m/h

水位低警報設定値は通常水位-0.08m (T.P. 32.58m) であり、必要な水遮蔽 (0.15mSv/h の場合) は通常水位から約 3.3m である。仮に使用済燃料ピット水の蒸発 (水位低下速度 0.1m/h) を想定した場合、水位低警報発生から必要となる水遮蔽 (水位) が失われるまでの時間は約 32 時間となり、使用済燃料ピットへの補給操作に余裕*1を持った設計としている。

水位高警報設定値は通常水位+0.07m (T.P. 32.73m) であり、仮に燃料取替用水ポンプ (約 46 m³/h) により燃料取替用水ピットから使用済燃料ピットへ補給し続けてしまった場合、水位高警報発生から燃料取扱棟の床面へピット水がオーバーフローするまでの時間は約 90 分であり、警報発生から補給停止操作をする上で余裕*2を持った設計としている。

- *1 運転員の手動操作の時間的余裕（10分）＋可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始できる時間（事象発生5.7時間後）を考慮しても余裕を持った設計としている。
- *2 運転員の手動操作の時間的余裕（10分）＋補給停止操作終了（約5分）を考慮しても余裕を持った設計としている。

2. 使用済燃料ピット温度の警報設定値について

(1) 警報設定範囲及び警報設定値

使用済燃料ピット水が通常温度よりも高くなったことを検出するため、通常時の使用済燃料ピット温度の上限値 52℃より高く、ピット水の最高許容温度（65℃）に余裕を見た温度の間で設定する。表 2 に使用済燃料ピット温度の警報設定値を、図 2 に使用済燃料ピット温度の警報設定概要図を示す。

表 2 使用済燃料ピット温度の警報設定値

警報	警報設定値
温度高	□℃

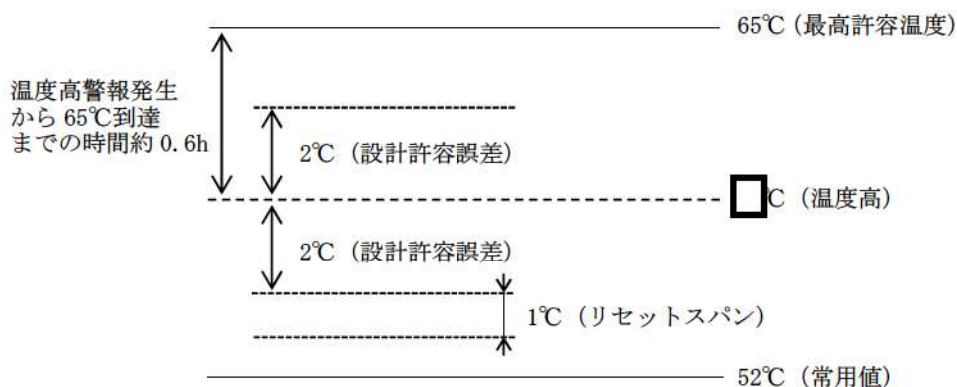


図 2 使用済燃料ピット温度の警報設定概要図

(2) 運転操作における警報設定値の評価

有効性評価における使用済燃料ピットの冷却系の機能喪失後の温度上昇は約 9℃/h である。温度高警報設定値 □℃ から最高許容温度 65℃ に達するまでの時間は約 0.6 時間であり、余裕* を持った設計としている。

* 運転員の手動操作の時間的余裕 (10 分) + 使用済燃料ピット冷却運転操作 (約 5 分) に対して、使用済燃料ピットの冷却系の機能喪失時の初期水温: 約 40℃ から警報設定値 □℃ に達するまでに約 2 時間あり、さらに警報発生から最高許容温度 65℃ に達するまで約 0.6 時間であることを考慮すると、その間に使用済燃料ピット冷却運転操作を実施することは可能であり、余裕を持った設計としている。

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

使用済燃料ピット監視設備（設計基準対象施設）の電源容量について

使用済燃料ピット監視設備の電源は非常用所内電源系より供給している。負荷容量は最大で、A系 5kVA, B系 5kVA 程度であり、E 1 計装用インバータ及び計装用後備定電圧装置Eから電源供給可能である。

表 1, 2 に非常用交流電源設備であるディーゼル発電機の最大負荷容量を示す。ディーゼル発電機の容量は 1 台当たり 7,000 kVA であり、負荷に対して十分な容量を有している。

表 1. 外部電源喪失時に必要な負荷

負 荷	A-DG負荷 (6.6kV 6-3A母線)		B-DG負荷 (6.6kV 6-3B母線)		
	個数	負荷容量 (kW)	個数	負荷容量 (kW)	
原子炉コントロールセンタ	2	873	2	725	
E 1 計装用インバータ (使用済燃料ピット監視設備)	1	60 (4.86)	—	—	
タービンコントロールセンタ	1	475	1	396	
ヒートトレース変圧器	1	71	1	71	
計装用後備定電圧装置E (使用済燃料ピット監視設備)	—	—	1	180 (4.86)	
充てんポンプ	1	518	1	518	
制御用空気圧縮機	1	145	1	145	
安全補機開閉器室給気ファン	1	174	1	174	
中央制御室給気ファン	1	20	1	20	
中央制御室循環ファン	1	9	1	9	
原子炉補機冷却水ポンプ	2	570	2	570	
電動補助給水ポンプ	1	404	1	404	
原子炉補機冷却海水ポンプ	2	600	2	600	
空調用冷凍機	2	310	2	310	
格納容器再循環ファン	2	272	2	272	
制御棒駆動装置冷却ファン	1	112	1	112	
原子炉容器室冷却ファン	1	22	1	22	
軸受冷却水ポンプ	1	245	1	245	
手 動 起 動 に よ る も の	加圧器後備ヒータ	1	270	1	270
	2次系補給水ポンプ	1	106	—	—
	加圧器逃がし弁元弁	1	—	1	—
合 計	—	5,196	—	5,043	

表 2. 工学的安全施設作動時に必要な負荷

負 荷		A-DG負荷 (6.6kV 6-3A母線)		B-DG負荷 (6.6kV 6-3B母線)	
		個数	負荷容量 (kW)	個数	負荷容量 (kW)
自動 起動 する もの	原子炉コントロールセンタ	2	779	2	577
	E 1 計装用インバータ (使用済燃料ピット監視設備)	1	60 (4.86)	—	—
	タービンコントロールセンタ	1	291	1	301
	ヒートトレース変圧器	1	71	1	71
	計装用後備定電圧装置E (使用済燃料ピット監視設備)	—	—	1	180 (4.86)
	アニュラス空気浄化ファン	1	36	1	36
	中央制御室給気ファン	1	20	1	20
	中央制御室循環ファン	1	9	1	9
	中央制御室非常用循環ファン	1	5	1	5
	高圧注入ポンプ	1	1,100	1	1,100
	余熱除去ポンプ	1	280	1	280
	安全補機開閉器室給気ファン	1	174	1	174
	原子炉補機冷却水ポンプ	1	283	1	283
	電動補助給水ポンプ	1	404	1	404
	原子炉補機冷却海水ポンプ	1	300	1	300
	格納容器スプレイポンプ ^(注1)	1	746	1	746
	制御用空気圧縮機	1	145	1	145
空調用冷凍機	2	310	2	310	
手 動 起 動 に よ る も の	原子炉補機冷却海水ポンプ	1	300	1	300
	原子炉補機冷却水ポンプ	1	283	1	283
	格納容器水素イグナイタ変圧器盤	—	—	1	9
	C V 水素濃度計電源盤	—	—	1	6
	緊急時対策所用通信設備電源	—	—	1	20
	S F P 監視設備電源盤	—	—	1	20
合 計		—	5,536	—	5,579

(注 1) 原子炉格納容器スプレイ作動信号が発信した場合に起動する。

【参考資料】

使用済燃料ピット監視設備（重大事故等対処設備）

1. 使用済燃料ピット監視設備について

使用済燃料ピットの水位、温度及び使用済燃料ピット上部の放射線量率を監視する検出器の計測結果の指示又は表示及び記録する計測装置を設置する。使用済燃料ピット水位（AM用）、使用済燃料ピット水位（可搬型）、使用済燃料ピット温度（AM用）及び使用済燃料ピット可搬型エリアモニタは、重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり監視することを目的として設置する。

また、使用済燃料ピット監視カメラは、重大事故等時の使用済燃料ピットの状態を監視するために設置する。

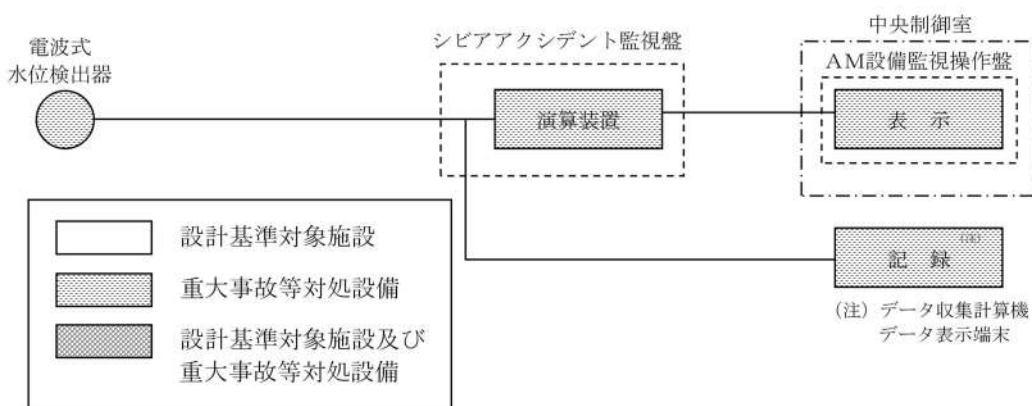
なお、全交流動力電源が喪失した場合でも、代替電源設備からの給電が可能な設計とし、中央制御室で監視可能な設計とする。

2. 設備概要について

(1) 使用済燃料ピット水位 (AM用)

使用済燃料ピット水位 (AM用) は、重大事故等対処設備の機能を有しており、電波式水位検出器にて水位を電流信号として検出する。検出した電流信号は、シビアアクシデント監視盤内の演算装置にて水位信号に変換する処理を行った後、使用済燃料ピット水位 (AM用) として中央制御室に表示し、記録する。

(「第1図 使用済燃料ピット水位 (AM用) の概略構成図」参照。)



第1図 使用済燃料ピット水位 (AM用) の概略構成図

(設備仕様)

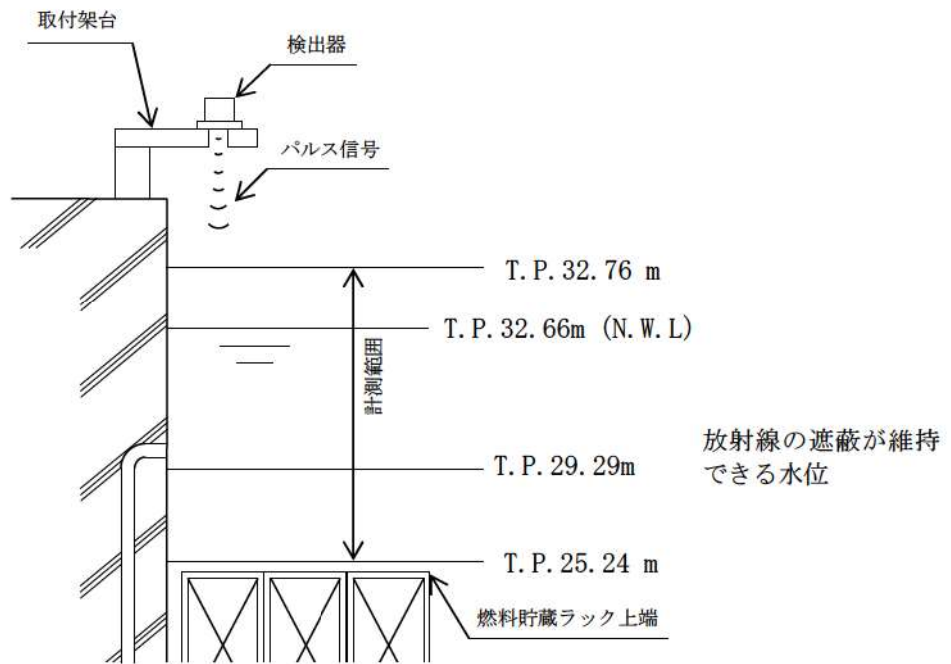
- ・計測範囲：T.P. 25.24～32.76m
- ・個数：2個
- ・設置場所：燃料取扱棟 T.P. 33.1m

Aー使用済燃料ピット及びBー使用済燃料ピット

使用済燃料ピット水位 (AM用) は、マイクロ波パルスを水面に向けて発信し、水位の変動により変化する水面からの反射の往復時間の変化を検知することにより、水位を連続的に計測する。

使用済燃料ピット水位 (AM用) は、設置許可基準第五十四条第1項で要求される想定事故（第三十七条解釈3-1(a) 想定事故1（冷却機能又は注水機能喪失により水温が上昇し、蒸発により水位が低下する事故）及び(b) 想定事故2（サイフォン現象等により使用済燃料ピット水の小規模な喪失が発生し水位が低下する事故）を考慮し、燃料貯蔵ラック上端近傍（T.P. 25.24m）から使用済燃料ピット上端近傍（T.P. 32.76m）を計測範囲とする。

(「第2図 使用済燃料ピット水位 (AM用) の計測範囲」参照。)

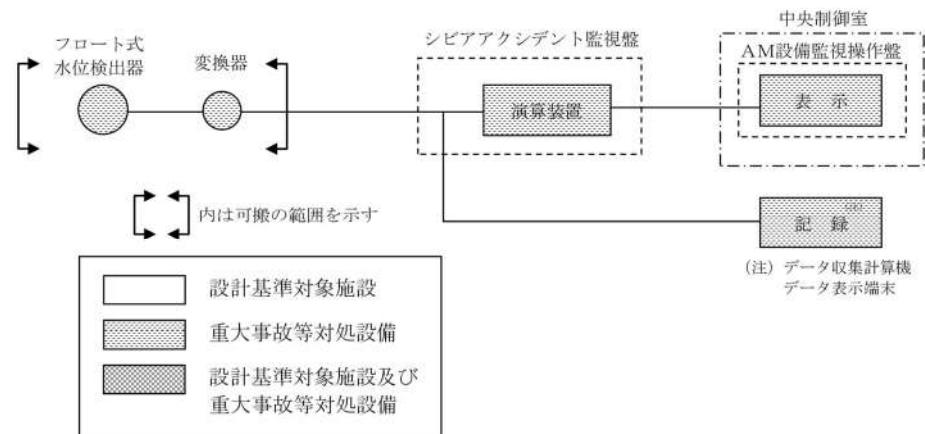


第2図 使用済燃料ピット水位（AM用）の計測範囲

(2) 使用済燃料ピット水位（可搬型）

使用済燃料ピット水位（可搬型）は、重大事故等対処設備の機能を有しており、使用済燃料ピット水面に浮かべたフロート式水位検出器の使用済燃料ピット水位変化に伴う位置変化を水位変換器で電流信号として検出する。検出した電流信号は、シビアアクシデント監視盤内の演算装置にて水位信号へ変換する処理を行った後、使用済燃料ピット水位（可搬型）として中央制御室に表示し、記録する。

（「第3図 使用済燃料ピット水位（可搬型）の概略構成図」参照。）



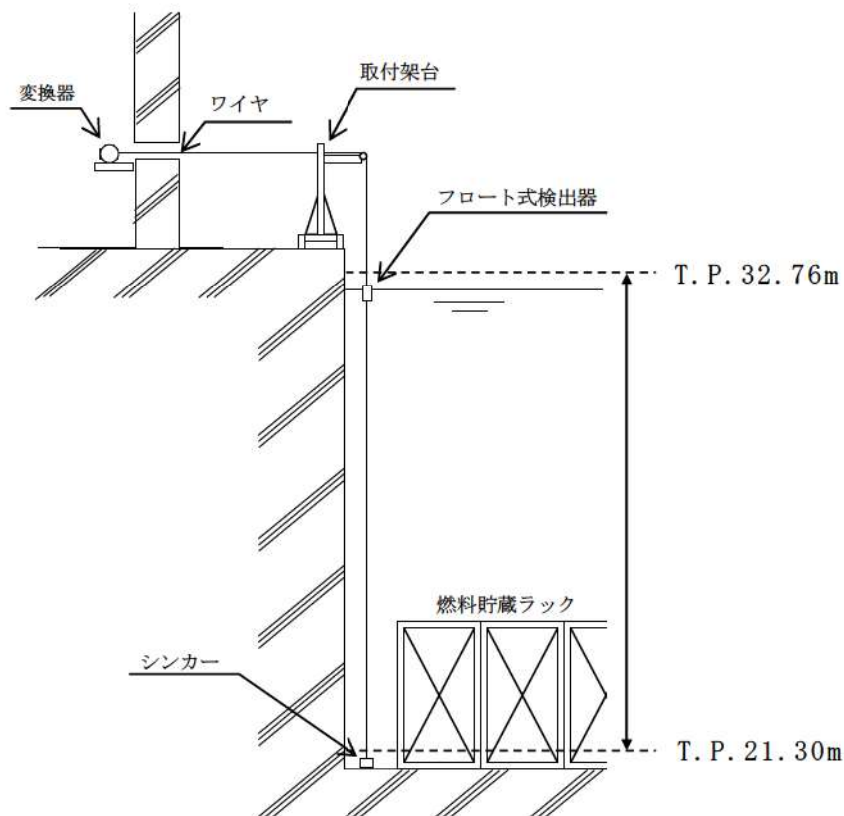
第3図 使用済燃料ピット水位（可搬型）の概略構成図

(設備仕様)

- ・計測範囲：T.P. 21. 30m～T.P. 32. 76m
- ・個数　　：2個
- ・設置場所：燃料取扱棟 T.P. 33. 1m

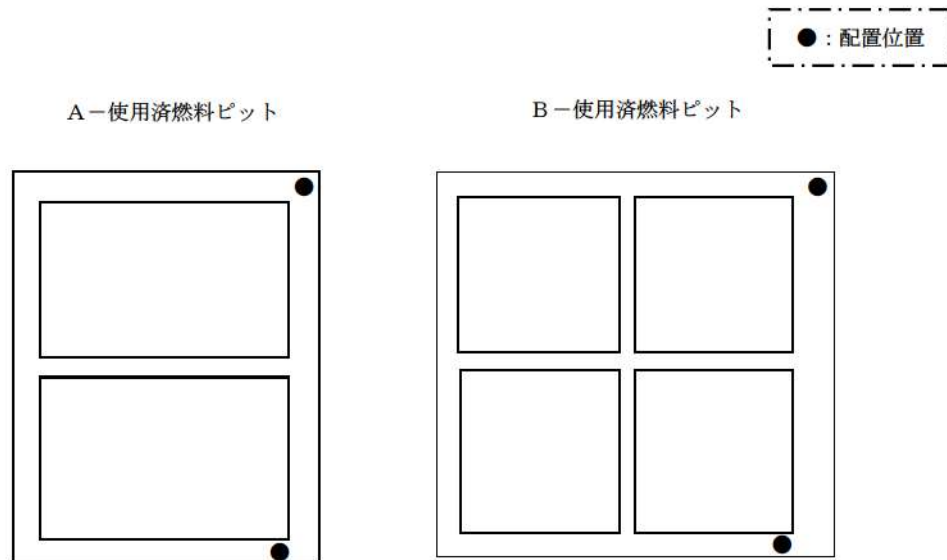
A-使用済燃料ピット及びB-使用済燃料ピット

使用済燃料ピット水位（可搬型）は、第五十四条第2項で要求される使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいその他要因により当該使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故を考慮し、使用済燃料ピット底部近傍（T.P. 21. 30m）から使用済燃料ピット上端近傍（T.P. 32. 76m）を計測範囲とする。（第4図「使用済燃料ピット水位（可搬型）の計測範囲」参照。）



第4図 使用済燃料ピット水位（可搬型）の計測範囲

使用済燃料ピット水位（可搬型）の設置場所を「第5図 使用済燃料ピット水位（可搬型）の配置概要図」に示す。

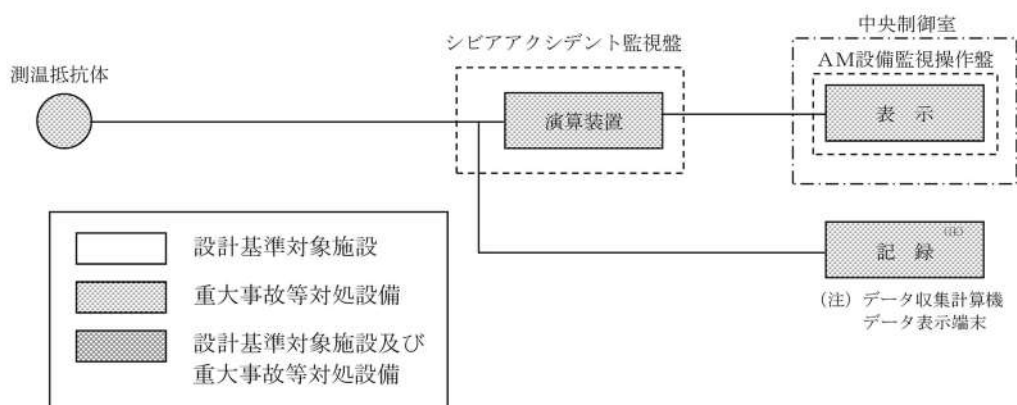


第5図 使用済燃料ピット水位（可搬型）の配置概要図

(3) 使用済燃料ピット温度 (AM用)

使用済燃料ピット温度 (AM用) は、重大事故等対処設備の機能を有しており、測温抵抗体にて温度を抵抗値として検出する。検出した抵抗値は、シビアアクシデント監視盤内の演算装置にて温度信号へ変換する処理を行った後、使用済燃料ピット温度 (AM用) として中央制御室に表示し、記録する。

(「第6図 使用済燃料ピット温度 (AM用) の概略構成図」参照。)



第6図 使用済燃料ピット温度 (AM用) の概略構成図

(設備仕様)

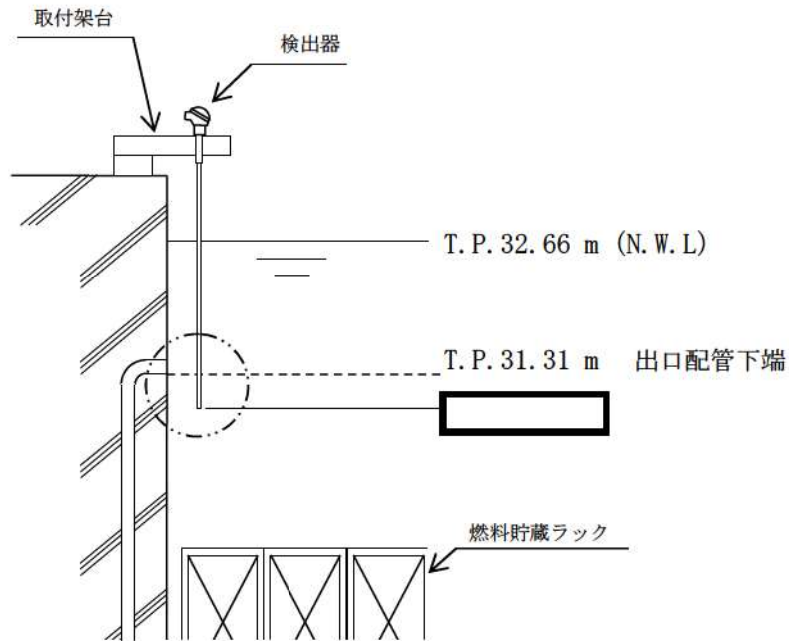
- ・計測範囲：0～100℃
- ・個数：2個
- ・設置場所：燃料取扱棟 T.P. 33. 1m

Aー使用済燃料ピット及びBー使用済燃料ピット

使用済燃料ピット温度 (AM用) の計測範囲は、使用済燃料ピット内における冷却水の過熱状態を監視できるよう、0～100℃の温度が計測可能である。

使用済燃料ピット温度 (AM用) は、第五十四条第1項で要求される想定事故は第三十七条解釈3-1 (a) 想定事故1 (冷却機能又は注水機能喪失により水温が上昇し、蒸発により水位が低下する事故) 及び (b) 想定事故2 (サイフォン現象等により使用済燃料ピット水の小規模な喪失が発生し水位が低下する事故) であり、水位が低下した場合の最低水位 (有効性評価使用済燃料ピット冷却系配管が破断した場合の水位 (T.P. 31. 31m)) においても温度計測可能な設置場所とする。

(「第7図 使用済燃料ピット温度 (AM用) の計測範囲」参照。)

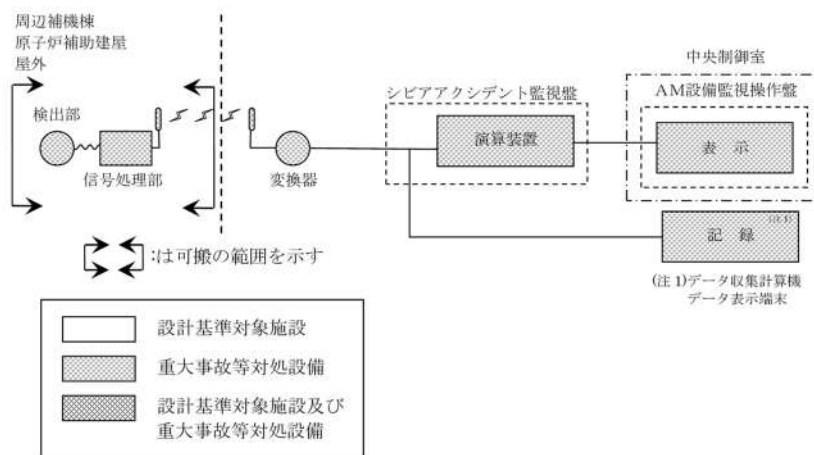


第7図 使用済燃料ピット温度（AM用）の計測範囲

(4) 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ

使用済燃料ピット可搬型エリアモニタは、重大事故等対処設備の機能を有しており、半導体式検出器及びNaI (TI) シンチレーション検出器にて放射線量率をパルス信号として検出する。検出したパルス信号は、無線伝送先である変換器にて電流信号に変換し、シビアアクシデント監視盤内の演算装置にて放射線量率信号に変換する処理を行った後、放射線量率として中央制御室に表示し、記録する。

(「第8図使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの概略構成図」参照。)



第8図 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの概略構成図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(設備仕様)

- ・計測範囲：10nSv/h～1,000mSv/h
- ・個数：1個
- ・設置場所：周辺補機棟 T.P. 33. 1m, 原子炉補助建屋 T.P. 33. 1m又は屋外

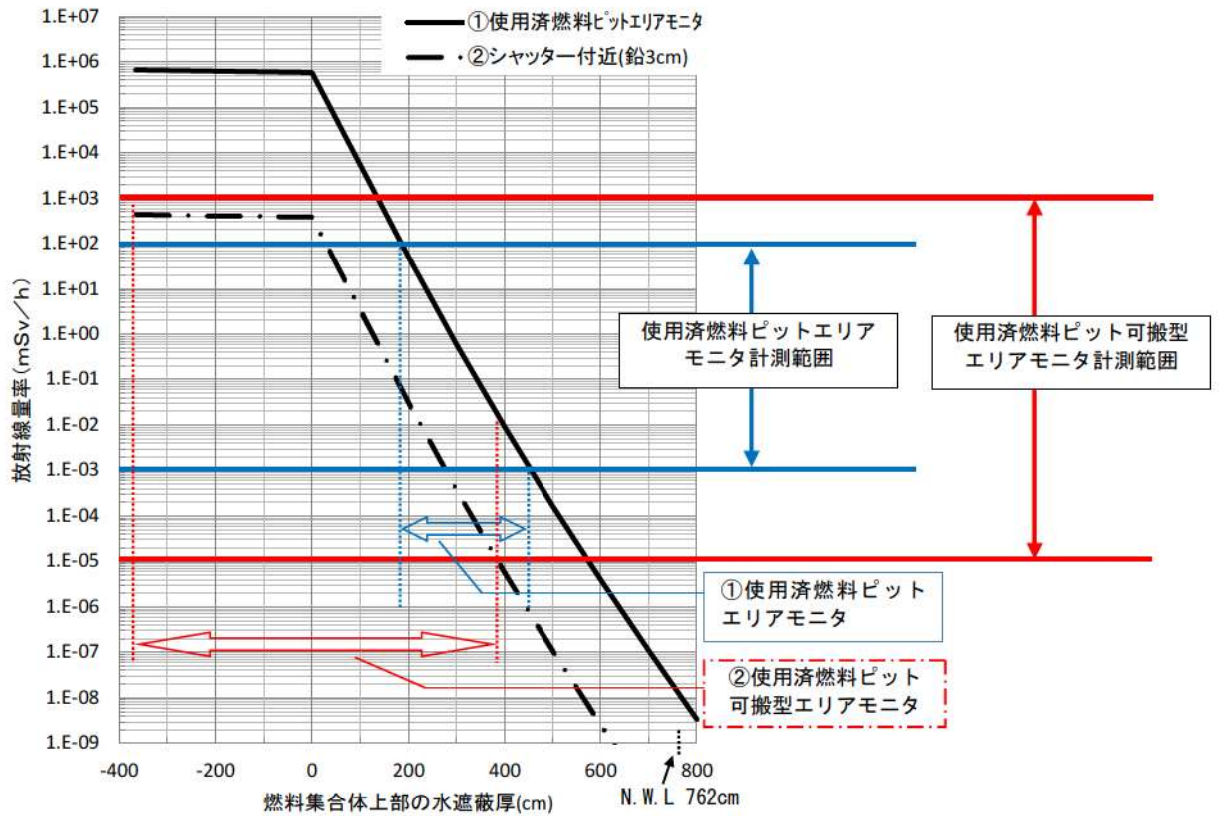
使用済燃料ピットの異常な水位の低下が発生した場合は、使用済燃料ピット区域の放射線量率は非常に高くなる。使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの検出器は、設置場所を任意に選定できることから使用済燃料ピットから離隔距離等をとった場所で測定することにより、使用済燃料ピット区域の放射線量率を推定することが可能である。

使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの計測範囲の相関関係（壁等と距離による遮蔽を考慮した場所）は「第9図 使用済燃料ピットの水遮蔽厚と放射線量率の相関図」のとおりであり、計測範囲としては、10nSv/h～1,000mSv/hである。

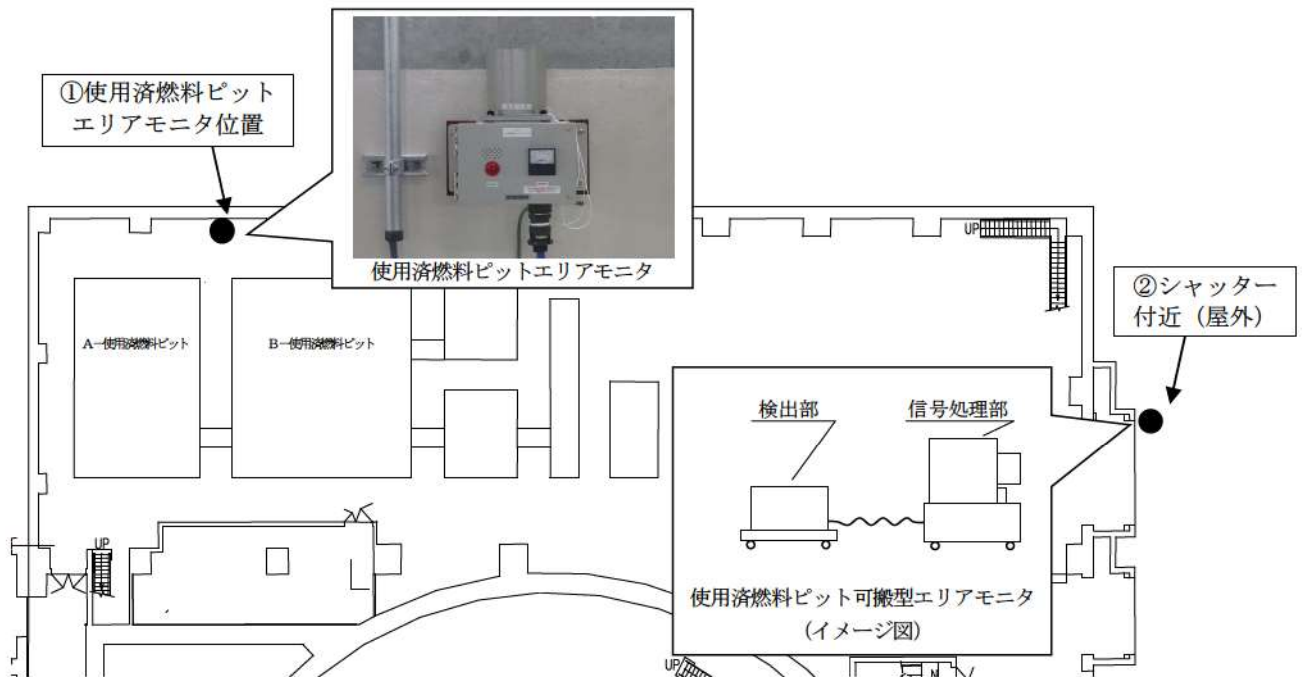
実際の運用に際しては、あらかじめ設定している設置場所での放射線量率の相関（減衰率）関係を評価し把握しておくことにより、実際の放射線量率を推定することができる。また、恒設の使用済燃料ピットエリアモニタの計測範囲がオーバーラップしている間に指示値を比較することにより使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの指示傾向を把握し、使用済燃料ピットの異常な水位の低下時に使用済燃料ピットエリアモニタの計測範囲をオーバーした後も当該区域の放射線量率を推定することができる。

なお、あらかじめ設定している設置予定場所に何らかの理由により設置不可能な場合でも、同等の距離又は遮蔽であれば、相関関係は同等であることから設置場所を変更しても当該区域の放射線量率を推定することが可能であり、現場状況に応じて測定場所を選定できる。

使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの検出器の配置判断については、使用済燃料ピットの水位低下事象が発生した場合に、配置作業を開始する。また、検出器の設置に際しては、検出器の検出面を使用済燃料ピット方向へ向け設置することとしている。（設置位置にて方向性をあらかじめ設定する。）



第9図 使用済燃料ピットの水遮蔽厚と放射線量率の相関図



第10図 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの配置図

(水位異常低下時の放射線量率測定に用いるエリアモニタの選定結果)

水位が異常に低下した場合の放射線量率測定に用いる追加のエリアモニタについて、常設と可搬型を比較した結果、下表に示すとおり、可搬型による測定が重大事故等発生時の測定に適していると判断した。

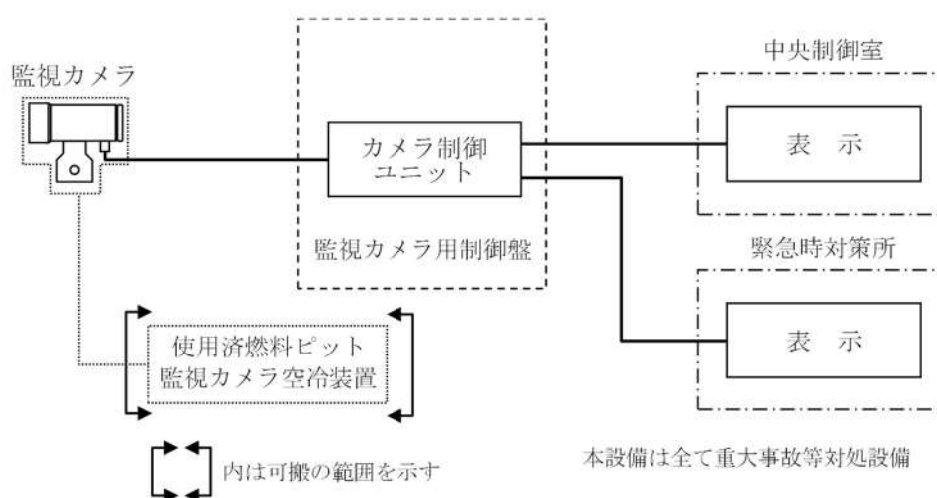
	可搬型を追加した場合	常設を追加した場合
変動する可能性のある範囲の計測可否	○ (柔軟な計測可能) 重大事故等発生時の放射線量率は使用済燃料の冷却状態等に大きく依存するため、事前の解析結果だけでは最適な配置場所を選定することは困難だが、可搬型であれば配置場所の再調整等の対応が可能であるため、重大事故等により変動する可能性のある範囲を柔軟に計測できる。	× (柔軟な計測困難) 重大事故等発生時の放射線量率は使用済燃料の冷却状態等に大きく依存するため、事前の解析結果だけでは最適な配置場所を選定することは困難であるため、重大事故等により変動する可能性のある範囲を柔軟に計測するのは難しい。
機能を期待する時期までの計測開始可否	△ (適切に手順を定めれば開始可能) 重大事故等発生時の対応手順等を適切に定めておくことで、使用済燃料ピット周辺の作業環境が苛酷になる前に配置し、計測を開始できる。当社においては手順を整備することで適合可能。	○ (開始可能) 常時待機状態を維持していることから、必要時には即座に計測開始が可能。
現場の状況・環境が悪化した場合の対応可否	○ (対応可能) 重大事故や大規模損壊等発生時には、現場の状態や環境が予期しない状況となり、予定していた場所での計測が困難な場合も考えられるが、可搬型エリアモニタはその状況に応じて配置場所を選定して、適切な計測を継続できる。	△ (信頼性の高い設備構成は可能。柔軟な対応は困難。) 信頼性の高い設備構成とすることは可能であるが、重大事故や大規模損壊等発生時には現場の状態や環境が予期しない状況となり、予定していた場所での計測が困難な場合には、常設エリアモニタでは柔軟な対応がとれない。
採否	○ (可搬型を採用する)	× (常設は採用しない)

(5) 使用済燃料ピット監視カメラ

使用済燃料ピット監視カメラは、重大事故等対処設備の機能を有しており、使用済燃料ピットの状態が確認可能なよう高所に設置し、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時において、使用済燃料ピットの状態を監視する。また、本カメラは照明がない場合や蒸気雰囲気下においても、状態監視が可能な赤外線カメラにより、使用済燃料ピットの状態が監視可能である。使用済燃料ピット監視カメラの映像信号は、制御ユニットを経由して中央制御室に表示する。

なお、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時の高温下においても、可搬型の空冷装置により赤外線カメラを冷却可能なため、監視可能である。

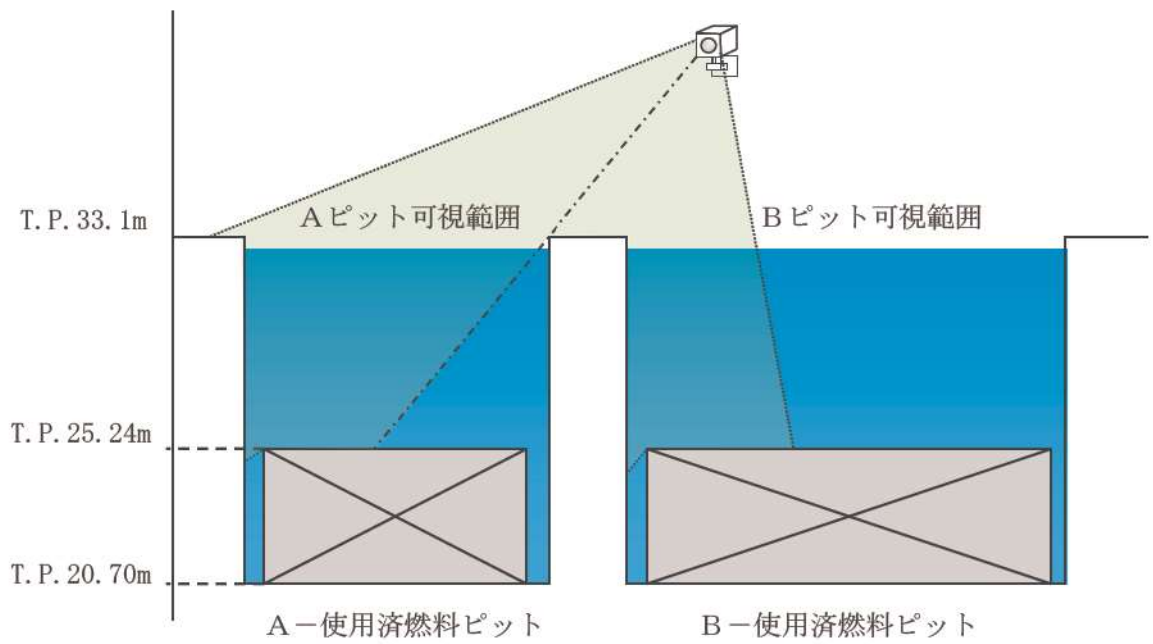
(「第 11 図 使用済燃料ピット監視カメラの概略構成図」参照。)



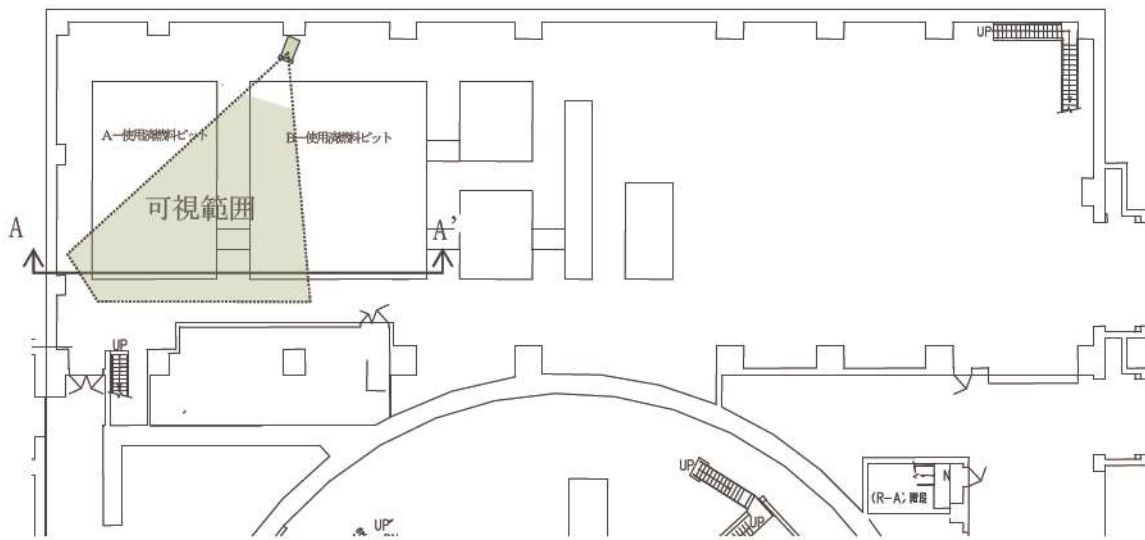
第 11 図 使用済燃料ピット監視カメラの概略構成図

(設備仕様)

- ・個 数：1 個
- ・設置場所：燃料取扱棟 T.P. 33.1m



(下図 A-A' 断面図)

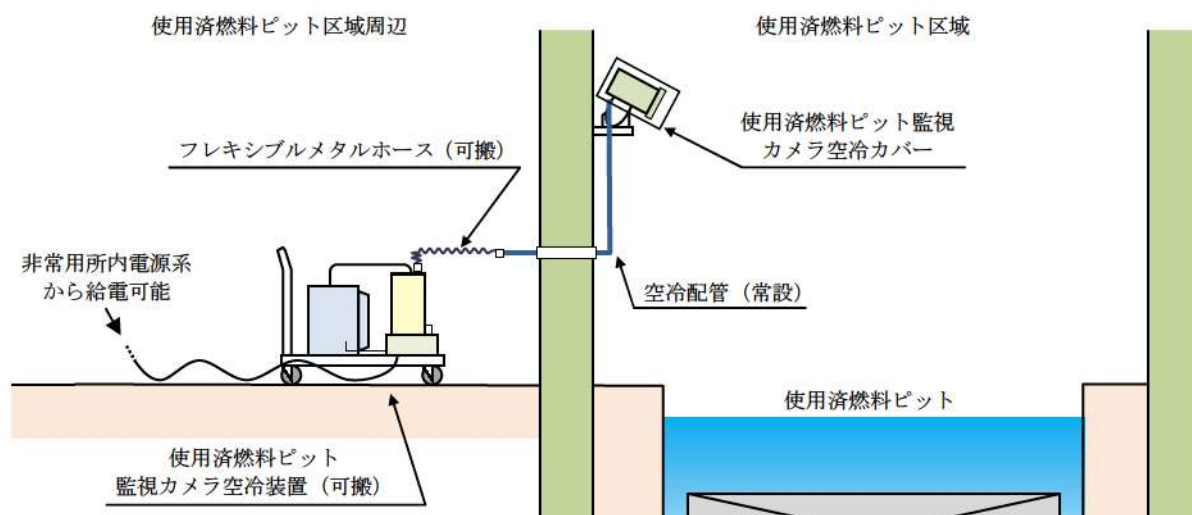


(平面図)

第 12 図 使用済燃料ピット監視カメラの視野概要図

- ・使用済燃料ピット監視カメラ機能維持対策（蒸気雰囲気下）

使用済燃料ピットにおいて、重大事故等が発生した場合、使用済燃料ピット監視設備は多様性を有しており、対策に必要な情報を把握できると考えているが、使用済燃料ピット監視カメラについては、蒸気雰囲気下でも機能維持を図るため、使用済燃料ピット区域外から冷却用の空気を供給する対策を実施する。



第 13 図 使用済燃料ピット監視カメラの概要図

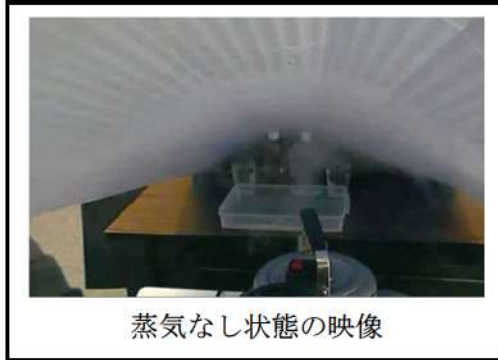
- ・蒸気雰囲気下での使用済燃料ピット監視カメラによる監視性確認について

蒸気雰囲気下（沸騰したヤカンの蒸気に加え、空焚きした鍋に水を注いだ状態）と蒸気なし状態において、可視カメラと赤外線カメラの映像を比較した結果、可視カメラにおいては、蒸気によるレンズの曇りによって状態把握が困難であるが、赤外線カメラにおいては、可視的な状態把握が可能である。

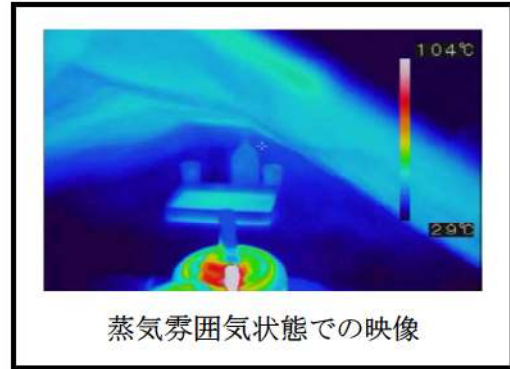
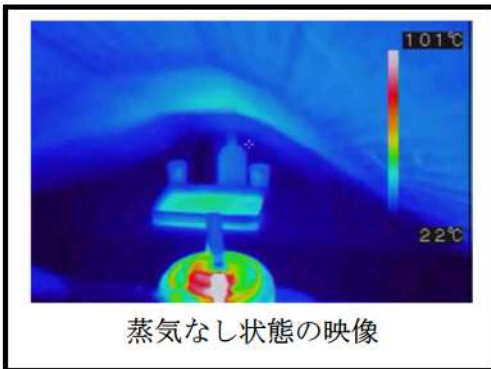
また、使用済燃料ピット監視カメラは、耐環境性向上のため使用済燃料ピット監視カメラ空冷装置で冷却を行うが、使用済燃料ピット監視カメラが設置されている燃料取扱棟の温度は100℃と想定されることから、温度差により結露の発生が考えられる。赤外線カメラのレンズ表面に結露なしの状態と、レンズ表面に結露を模擬した状態のカメラ映像を比較した結果、結露ありの場合についても結露なしの状態と変化が見られないことから、赤外線カメラにおいては、カメラのレンズ表面に結露が発生した場合にも状態監視可能である。

（第 14 図 「可視カメラと赤外線カメラの状態監視及び結露発生状態での状態監視」 参照）

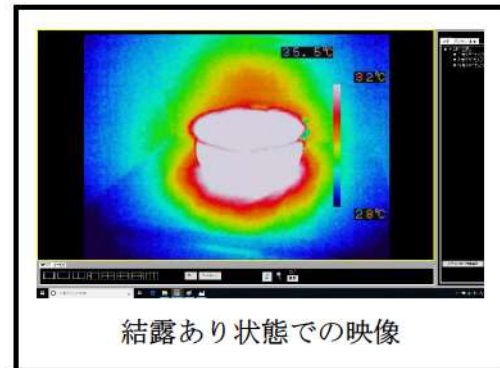
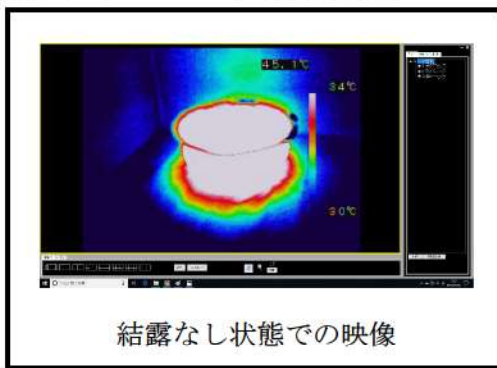
①可視カメラ



②赤外線カメラ



③赤外線カメラのレンズに結露を模擬



第14図 可視カメラと赤外線カメラの状態監視及び結露発生状態での状態監視

(6)大量の水の漏えいその他要因により当該使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合の監視設備について

使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事象においては、使用済燃料ピットの水位及び放射線量率による監視を継続し、水位監視を主としながら必要に応じて、使用済燃料ピット監視カメラにより状態及び水温の傾向を監視する。

- ・使用済燃料ピット水位の異常な低下事象時における水位監視については、使用済燃料ピット底部までの水位低下傾向を把握するため、使用済燃料ピット水位（可搬型）を配備することとしている。
- ・使用済燃料ピット水位の異常な低下事象時における放射線量率については、使用済燃料ピット区域の放射線量率の上昇や使用済燃料ピット水の蒸散による環境状態の悪化を想定して、遮蔽や離隔距離をとった場所における放射線量率測定結果から放射線量率を推定する。

【水位監視】

使用済燃料ピットの燃料貯蔵設備に係る重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり水位監視を行う。

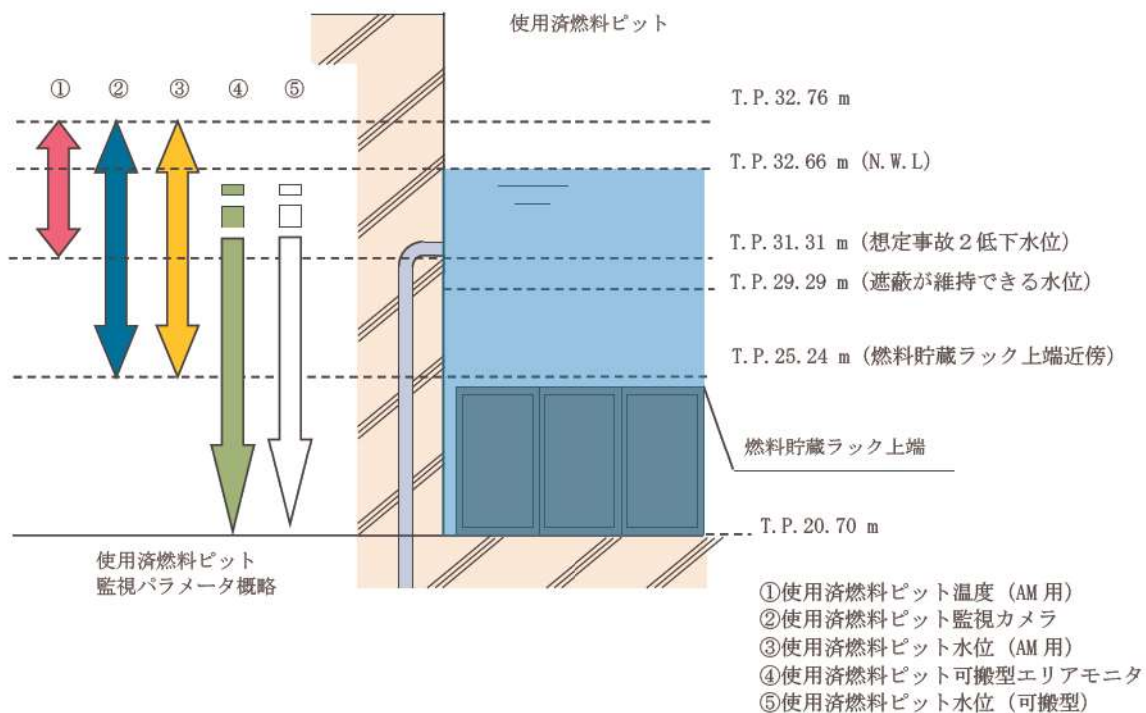
【水温監視】

水位監視を主として、必要に応じて使用済燃料ピット監視カメラによる水温監視を行う。（水温は沸騰による蒸散状態では、ピット水の温度変化がないことから、必要に応じて監視する。）

【放射線量率監視】

使用済燃料ピット区域の放射線量率を把握するため放射線量率監視を行う。

使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合の監視設備については、「第 15 図 使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合の監視設備概略図」に示す。



第 15 図 使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合の監視設備概略図

<参考>使用済燃料ピット水位及び温度計測範囲に係る基本的な考え方

重大事故等時における水位計による水位計測範囲と、温度計又は監視カメラによる温度計測範囲に係る基本的な考え方は以下のとおり。

○想定事故2低下水位においては、使用済燃料ピットの水温を監視することで蒸発による水位低下の状況を把握できるので、水位と並んで水温による監視が重要である。

○想定事故2低下水位を下回る場合では水位低下の進展が速いことから、水温による監視よりも水位による監視が相対的に重要となる。このことから、水位計による監視を主としながら、監視カメラによる水温の傾向監視も行う。

3. 使用済燃料ピット監視設備の重大事故等対処設備の設計基準対象施設への影響防止対策

(1) 使用済燃料ピット水位

重大事故等対処設備（使用済燃料ピット水位（AM用））は、通常時の系統構成を変えることなく重大事故等対処設備としての系統構成が可能な設計とし、設計基準対象施設（使用済燃料ピット水位）に悪影響を与えない設計とする。また、電源についてもヒューズによって電氣的に分離する設計とする。

重大事故等対処設備（使用済燃料ピット水位（可搬型））は、通常時に接続先の系統と分離された状態であること及び重大事故等時は重大事故等対処設備として系統構成が可能な設計とし、設計基準対象施設（使用済燃料ピット水位）に悪影響を与えない設計とする。

重大事故等対処設備については、現場検出器から中央制御室まで、電線管による独立したケーブルを敷設する設計とし、設計基準対象施設に悪影響を与えない設計とする。

(2) 使用済燃料ピット温度

重大事故等対処設備（使用済燃料ピット温度（AM用））は、通常時の系統構成を変えることなく重大事故等対処設備としての系統構成が可能な設計とし、設計基準対象施設（使用済燃料ピット温度、使用済燃料ピット冷却器出口温度）に悪影響を与えない設計とする。また、電源についてもヒューズによって電氣的に分離する設計とする。

重大事故等対処設備については、現場検出器から中央制御室まで、電線管による独立したケーブルを敷設する設計とし、設計基準対象施設に悪影響を与えない設計とする。

(3) 使用済燃料ピット上部の放射線量率

重大事故等対処設備（使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ）は、通常時に接続先の系統と分離された状態であること及び重大事故等時は重大事故等対処設備として系統構成が可能な設計とし、設計基準対象施設（使用済燃料ピットエリアモニタ）に悪影響を与えない設計とする。また、電源についてもヒューズによって電氣的に分離する設計とする。

重大事故等対処設備については、現場検出器から無線により変換器に伝送した後、変換器から中央制御室まで、電線管による独立したケーブルを敷設する設計とし、設計基準対象施設に悪影響を与えない設計とする。

これら重大事故等対処設備は、燃料取扱棟、周辺補機棟、原子炉補助建屋 T.P. 33. 1m又は屋外に設置し、重大事故等対処設備の周辺には火災の発生源となる物は除去し、ケーブルは電線管により敷設し、火災に伴う設計基準対象施設と同時に共通要因によって機能喪失しないよう考慮した設計とする。

また、燃料取扱棟、周辺補機棟、原子炉補助建屋 T.P. 33. 1mは火災感知器を設置する火災区画であり、感知された場合には初期消火が実施される。

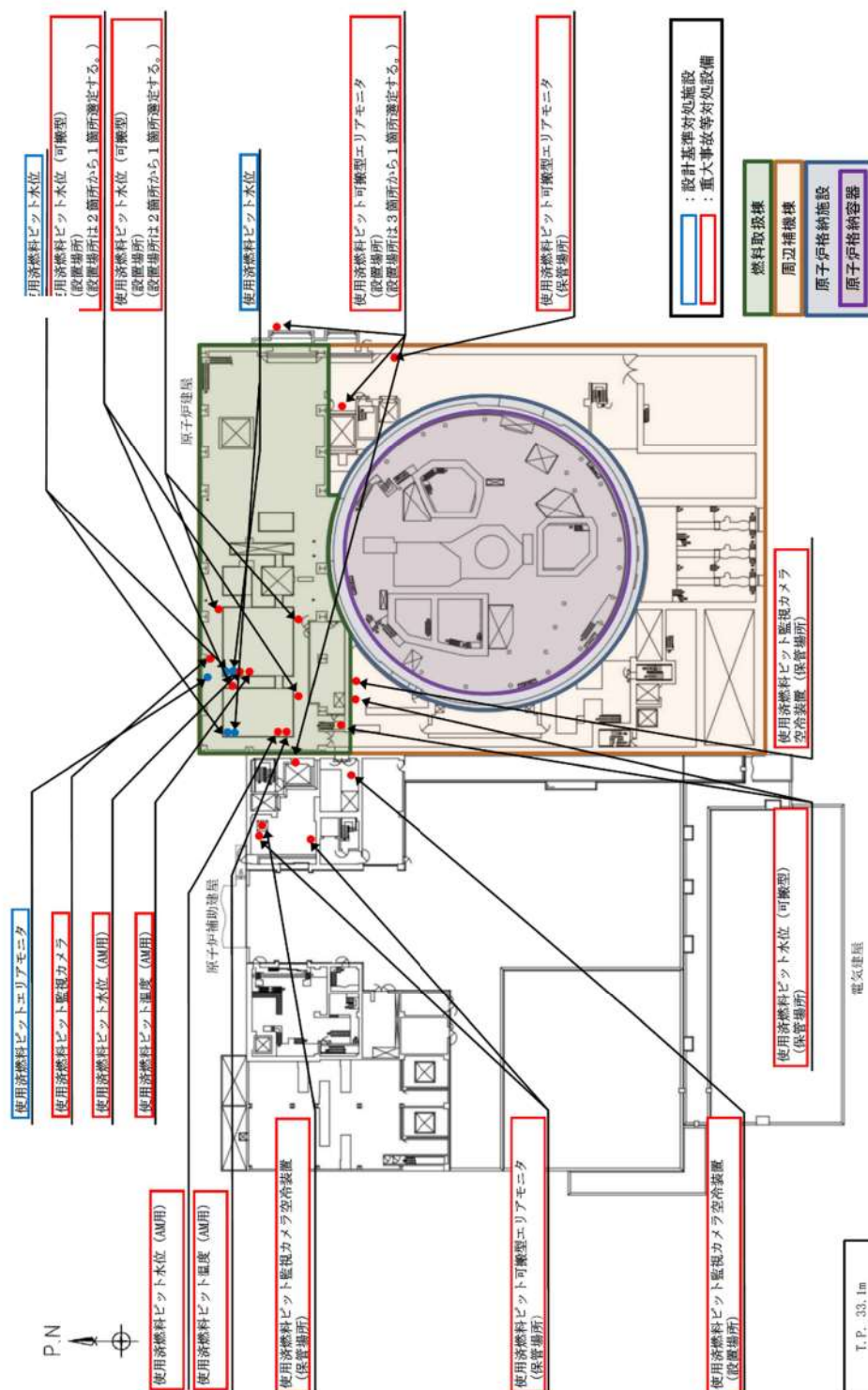
重大事故等対処設備（検出器）からの信号は、微弱な電流であり重大事故等対処設備が火

災源になるとは考えられず、かつ、信号ケーブルは電線管によって独立して敷設する設計とし、設計基準対象施設に悪影響を与えない設計とする。

電源についてもそれぞれ異なる箇所から供給し、設計基準対象施設に対して多様性を考慮した設計とする。

重大事故等対処設備は、共通要因（火災、地震、溢水）により設計基準対象施設の安全機能と同時に機能が損なわれない設計とする。

(第16図「使用済燃料ピット監視設備の配置図」参照。)

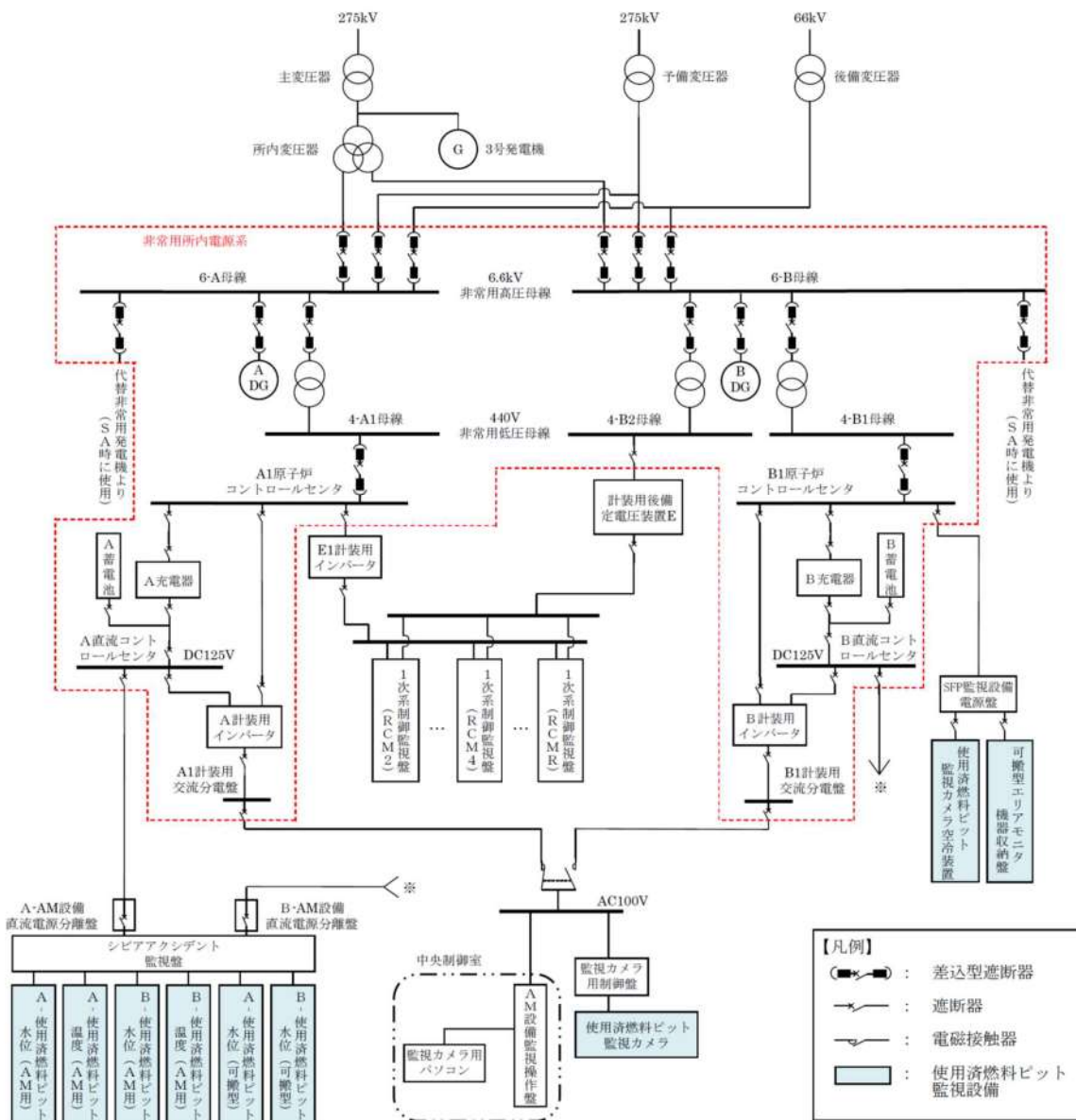


第16図 使用済燃料ピット監視設備の配置図

4. 使用済燃料ピット監視設備（重大事故等対処設備）の電源構成について

使用済燃料ピットの温度、水位、上部の放射線量率の監視設備及び監視カメラは、非常用所内電源系から電源供給され、交流又は直流電源が必要な場合には、代替非常用発電機から電源供給が可能である。（設置許可基準第五十四条 解釈第4項）

（「第17図 使用済燃料ピット監視設備の電源構成概略図」参照。）



第17図 使用済燃料ピット監視設備の電源構成概略図

想定する事故等について

(1) 設置許可基準規則第五十四条における計測装置への要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下、「設置許可基準規則」という。）」第五十四条及びその解釈では以下の監視機能を要求しており、泊3号炉について、これらの条件を満足する監視計器を設置する。

- a) 使用済燃料貯蔵槽の水位、水温及び上部の空間線量率について、燃料貯蔵設備に係る重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり測定可能であること。
- b) これらの計測設備は、交流又は直流電源が必要な場合には、代替電源設備からの給電を可能とすること。
- c) 使用済燃料貯蔵槽の状態をカメラにより監視できること。

(2) 設置許可基準規則第五十四条第1項において想定する事故

設置許可基準規則第五十四条第1項において想定する事故は、同第三十七条解釈3-1(a)想定事故1及び(b)想定事故2であり、下記のとおりである。

a) 想定事故1（使用済燃料ピット冷却系及び注水系の故障）

使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料貯蔵槽内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故。

b) 想定事故2（使用済燃料ピット冷却系配管等の破断）

サイフォン現象等により使用済燃料貯蔵槽内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料貯蔵槽の水位が低下する事故。

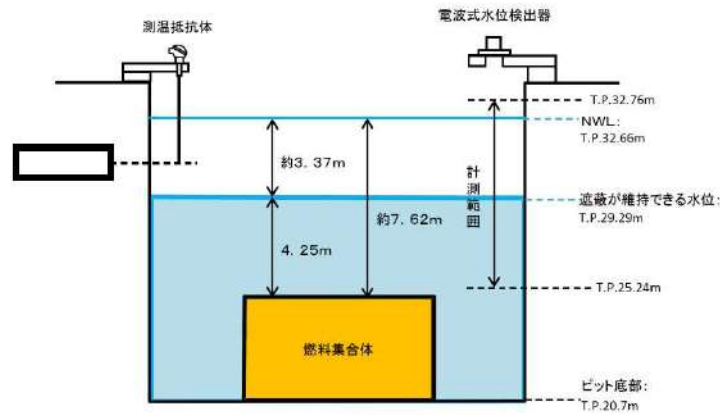
(3) 設置許可基準規則第五十四条第2項において想定する事故

設置許可基準規則第五十四条第2項において想定する事故は、使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下する事故である。

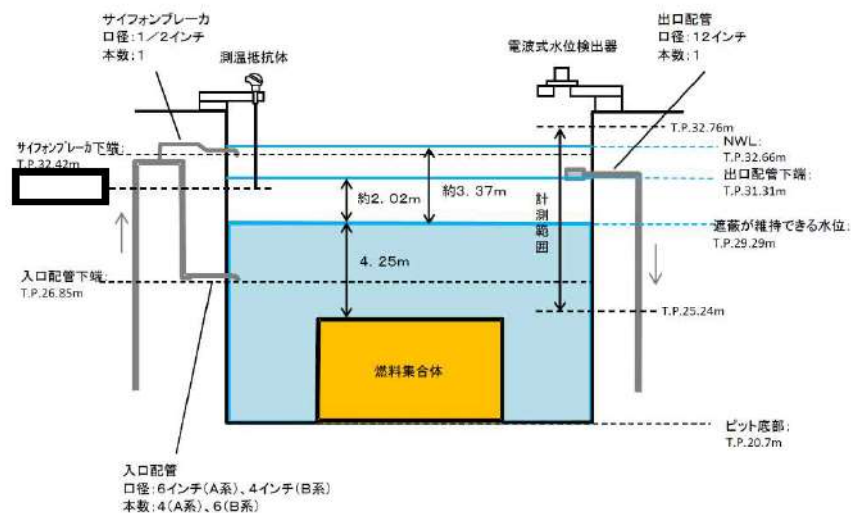
想定事故 1, 2 における使用済燃料ピット水位及び放射線量率について

想定事故 1, 2 において使用済燃料ピットの水位が低下した場合でも、可搬型大型送水ポンプ車を用いた注水等により使用済燃料ピット中央水面の放射線量率が燃料取替時の燃料取扱棟の遮蔽設計基準値 (0.15mSv/h: 設置許可添付書類 8 記載) を超えない水位 (燃料集合体頂部から約 4.25m) を維持できる。(第 1 図「泊 3 号炉 想定事故 1, 2 における水位概要図」及び第 2 図「貯蔵中の使用済燃料からの放射線量率分布」参照)

a. 想定事故 1 における想定水位 (概略図)

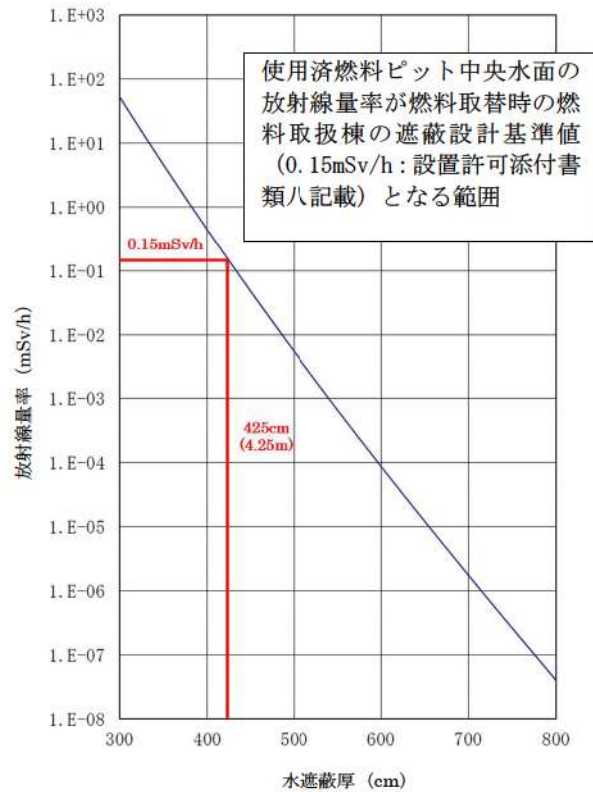


b. 想定事故 2 における想定水位 (概略図)



第 1 図 泊 3 号炉 想定事故 1, 2 における水位概要図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



※水温 52℃, 燃料有効部からの評価値

100℃の水を考慮した場合, 必要水厚は, 約 11cm 増加するが, 本評価では, 燃料有効部から [] 余裕を見込んだ燃料上部ノズル部からの必要水厚として評価していること, 上部ノズル・プレナム等の遮蔽を考慮していないことから, 評価上の余裕に包含される。

第2図 貯蔵中の使用済燃料からの放射線量率分布

[] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

使用済燃料ピット事故時環境下での監視計器の健全性について

使用済燃料ピットが設置されている燃料取扱棟は建屋空間が大きく※1，使用済燃料ピットの冷却機能喪失による蒸散蒸気は，監視計器を設置している建屋下部に留まることはないと考えられる。なお，燃料取扱棟は，気密性を有する建屋構造となっていないことから，通常，原子炉補助建屋換気設備により，燃料取扱棟内が負圧となるように設計されている。想定事故の場合，使用済燃料ピット水の沸騰による蒸散が継続し，高温（大気圧下であり，100℃以上に達することはない。）高湿度の環境での使用も考えられるが，検出器取付構造及び設置位置により，発生直後の蒸気が直接検出器の電気回路部等に接しない構造であることから，監視計器は事故時環境下でも使用可能である。なお，使用済燃料ピット監視カメラについては，空気による冷却により耐環境性の向上を図ることとしている。

※1 燃料取扱棟 縦：約57m，横：約17m，高さ：約15～22m

第1表 使用済燃料ピットの重大事故等時での監視設備の健全性について（1/2）※2

計器仕様		設置場所	環境条件 (想定変動範囲)	評価	補足	総合 評価	
水位	計測範囲	T. P. 25. 24～ 32. 76m	使用済燃料 ピット 上端	～T. P. 29. 29m	○	計測範囲は，有効性評価成立性を確認した結果，想定事故1，2の水位変動範囲内であり問題ない。	○
	温度	70℃		～100℃	△	□環境下での機能健全性を試験にて確認済。	○
	湿度	100% (IP65「噴流水に対する保護」)		～100%	○	防水機能（いかなる方向からの水の直接噴流で影響を受けない構造）を有しており，問題ない。	○
	放射線	<10Gy/h		1.3×10 ⁷ mGy/h	○	計測範囲は，有効性評価成立性を確認した結果，想定事故1，2の水位変動範囲内であり問題ない。ただし，水位が異常に低下し放射線量率が上昇した場合は仕様を超えるため，その後は使用済燃料ピット水位（可搬型）により監視する。	○
使用済燃料 ピット水位 (可搬型)	計測範囲	T. P. 21. 30～ 32. 76m	使用済燃料 ピット 上端	～T. P. 29. 29m	○	計測範囲は，使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合においても想定範囲内（使用済燃料ピット底部近傍～N. W. L 近傍）であり，問題ない。	○
	温度	—		—	○	検出部の構成材料が無機物で構成されているため，問題ない。	○
	湿度	—		—	○		
	放射線	—		—	○		

※2 表中の各耐環境性の数値は基本設計段階の値であり，詳細設計により今後見直す可能性もある。

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第1表 使用済燃料ピットの重大事故等時での監視設備の健全性について(2/2)※2

計器仕様		設置場所	環境条件 (想定変動範囲)	評価	補足	総合 評価		
水温	使用済燃料 ピット温度 (AM用)	測定 位置	T.P. 	使用済燃 料ピット 上端	~T.P. 29.29m	△	水位が計測位置以下となった場合、雰 囲気温度を計測するが、使用済燃料ピ ット監視カメラ(赤外線)にて水位表 面温度を傾向監視可能である。また、 注水により水位が計測位置(出口配管 高さ)まで回復した後は計測可能であ る。	○
		計測範囲	0~100℃		~100℃	○	計測範囲内であり、問題ない。	○
		温度	80℃		~100℃	△	 ℃環境下での機能健全性を試験に て確認済。	○
		湿度	100%(IP67「水 中への浸漬に 対する保護」)		~100%	○	防水機能(規定の圧力、時間での水中 に浸漬した場合でも影響を受けない 構造)を有しており、問題ない。	○
		放射線	—		—	○	検出部の構成材料が無機物で構成さ れているため、問題ない。	○
放射線量率	使用済燃料 ピット可搬型 エリアモニ タ	計測範囲	10nSv/h~ 1,000mSv/h	使用済燃料 ピット区域 周辺屋外	使用済燃料ピ ット区域から設置 場所までの離隔 距離や遮蔽物に よる減衰率によ る。	○	計測範囲は、水位の異常な低下を考慮 して、使用済燃料ピット内の燃料が露 出した場合でも使用済燃料ピット区 域内の放射線量率を推定できるよう 評価し把握している。	○
		温度	-19~40℃		屋外設置	○	屋外に設置するため、問題ない。	○
		湿度	100%以下		屋外設置	○	屋外に設置するため、問題ない。	○
		放射線	—		使用済燃料ピ ット区域から設置 場所までの離隔 距離や遮蔽物に よる減衰率によ る。	○	計測範囲は、水位の異常な低下を考慮 して、使用済燃料ピット内の燃料が露 出した場合でも使用済燃料ピット区 域内の放射線量率を推定できるよう 評価し把握している。	○
状態監視	使用済燃料 ピット監視 カメラ	温度	-15~50℃	使用済燃 料ピット 区域上部	~100℃	△	 ℃環境下での機能健全性を試験に て確認済。雰囲気温度 ℃での使用 も想定し、空気による冷却等により、 耐環境性向上を図る。	○
		湿度	100%(IP65「噴流 水に対する保護」)		~100%	○	防水機能(いかなる方向からの水の直 接噴流で影響を受けない構造)を有し ており、問題ない。	○
		放射線	<20Gy/h		6.0×10 ⁶ mGy/h	△	水位が異常に低下し放射線量率が上 昇した場合は仕様を超えるため、その 後は使用済ピット水位(可搬型)によ る監視を主体とし、放射線量率の推定 も含めた状態監視を行う。	○

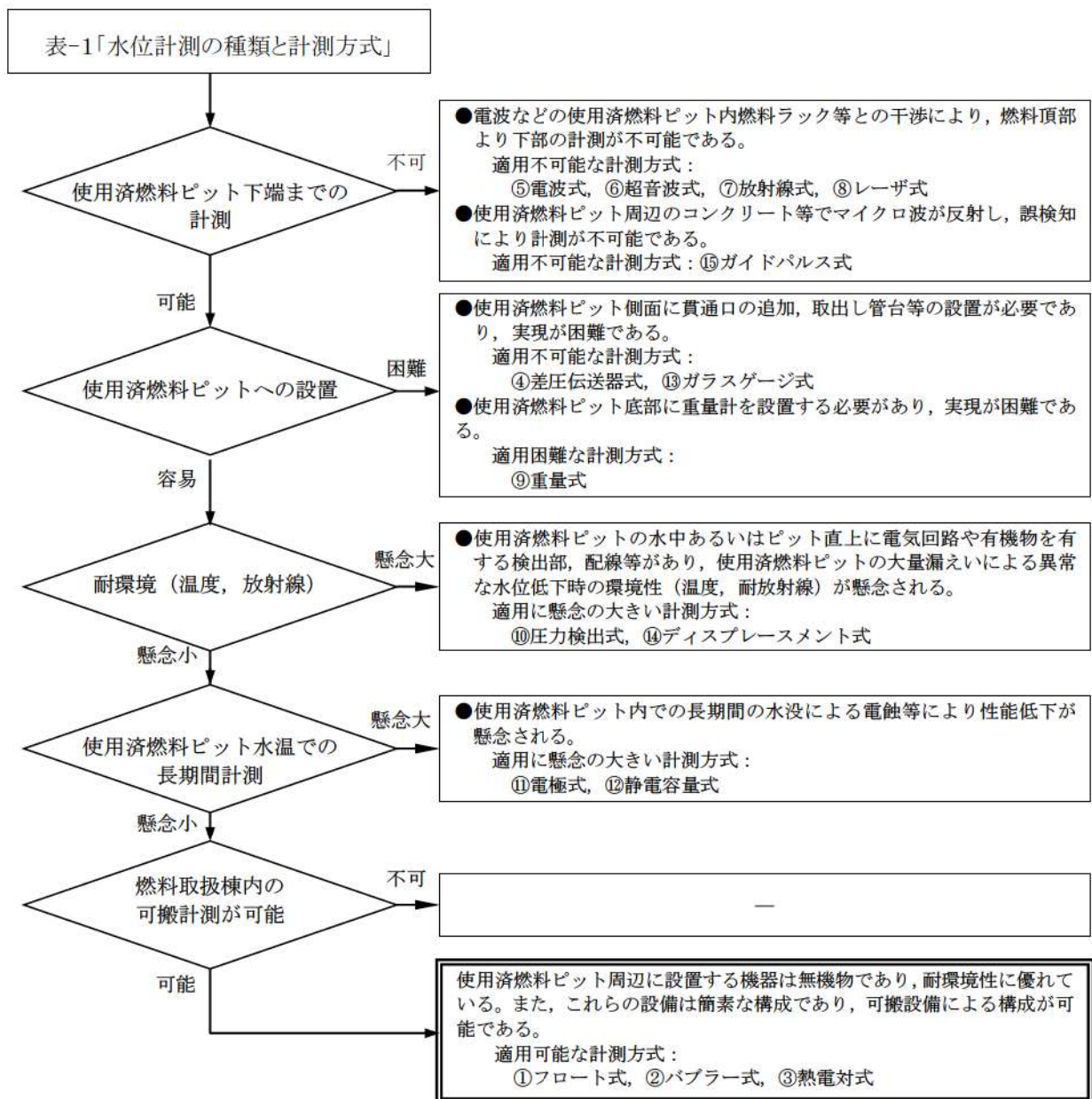
※2 表中の各耐環境性の数値は基本設計段階の値であり、詳細設計により今後見直す可能性もある。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

使用済燃料ピット水位（可搬型）の成立性について

「第1図 使用済燃料ピット下部水位計測の選定フロー」より、使用可能であると選定した3つの方式から、以下の理由によりフロート式を採用した。

（理由）使用済燃料ピット水位が異常に低下した場合には、使用済燃料ピット区域内は高温、高湿度、高線量になることが想定されるため、使用済燃料ピット区域内で使用する機器を耐環境性に優れた無機物で構成でき、かつ、水位を連続的に測定可能なフロート式水位計を選定した。



第1図 使用済燃料ピット下部水位計測の選定フロー

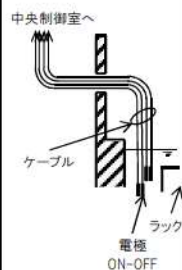
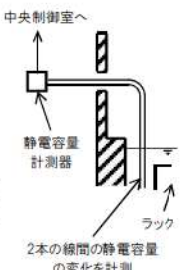
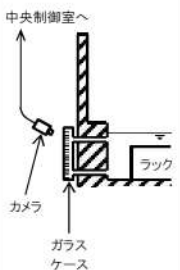
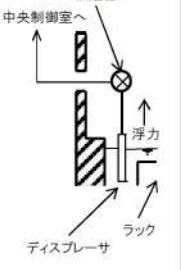
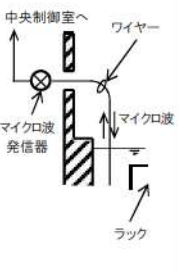
第1表 水位計測の種類と計測方式 (1/3)

種類	①フロート式	②バブラー式	③熱電対式	④差圧伝送器式	⑤電波式
計測方式	<p>【フロートのみ接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>水面にフロートを投入し、水面の変化によるフロートの位置の変化をワイヤーを介して、別の場所に設置する検出部に伝達し、その位置の変化量を水位として計測する。</p>	<p>【配管のみ接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>水中にエアバージ配管を投入し、少量の空気をバージし、その背圧が配管先端の水圧に等しくなる原理を用いる。その背圧の変化を別の場所に設置する差圧検出器で水位として計測する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【点計測】</p> <p>水中に、熱電対を用いた温度検出器を投入し、水中と気中に生じる温度差、あるいは熱伝導率の差による温度変化を熱電対で計測し、検出点が水中であるか気中であるかを検知する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンク下端側面から配管を別の場所に設置する差圧検出器まで導き、下端と大気中の水頭圧差により水位として計測する。</p>	<p>【非接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンクの気中に検出器を設置し、検出器から発信された電波が水面で反射して戻ってくるまでの時間差を測定することにより、水位として計測する。</p>
構造概要	<p>中央制御室へ 検出部 位置情報 フロート ラック</p>	<p>中央制御室へ 差圧伝送器 空気供給 エアバージセット ラック</p>	<p>中央制御室へ 熱電対 ラック</p>	<p>中央制御室へ 差圧伝送器 ラック</p>	<p>中央制御室へ 電波式水位計 ラック</p>

第1表 水位計測の種類と計測方式 (2/3)

種類	⑥超音波式	⑦放射線式	⑧レーザ式	⑨重量式	⑩圧力検出式
計測方式	<p>【非接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンクの気中に検出器を設置し、検出器から発信された超音波パルスが水面で反射して戻ってくるまでの時間差を測定することにより、水位として計測する。</p>	<p>【非接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンクの外側に放射線同位元素と線量計を設置し、放射されるγ線が、水を透過するときに吸収される原理を用いて、検出点が水中であるか気中であるかを検知する。</p>	<p>【非接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンクの気中に検出器を設置し、検出器から発信されたレーザパルスが水面で反射して戻ってくるまでの時間差を測定することにより、水位として計測する。</p>	<p>【配管のみ接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンクの重量を計測し、水量を算出することにより、水位として計測する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンク内底部に歪ゲージなどを用いた圧力検出器を投入し、水頭圧を測定することにより、水位として計測する。</p>
構造概要	<p>中央制御室へ 超音波式水位計 ラック</p>	<p>中央制御室へ 中央制御室へ 放射線源 ラック 検出部 変換器</p>	<p>中央制御室へ レーザ式水位計 ラック</p>	<p>中央制御室へ 変換器 重量計 ラック</p>	<p>中央制御室へ 変換器 圧力検出器 ラック</p>

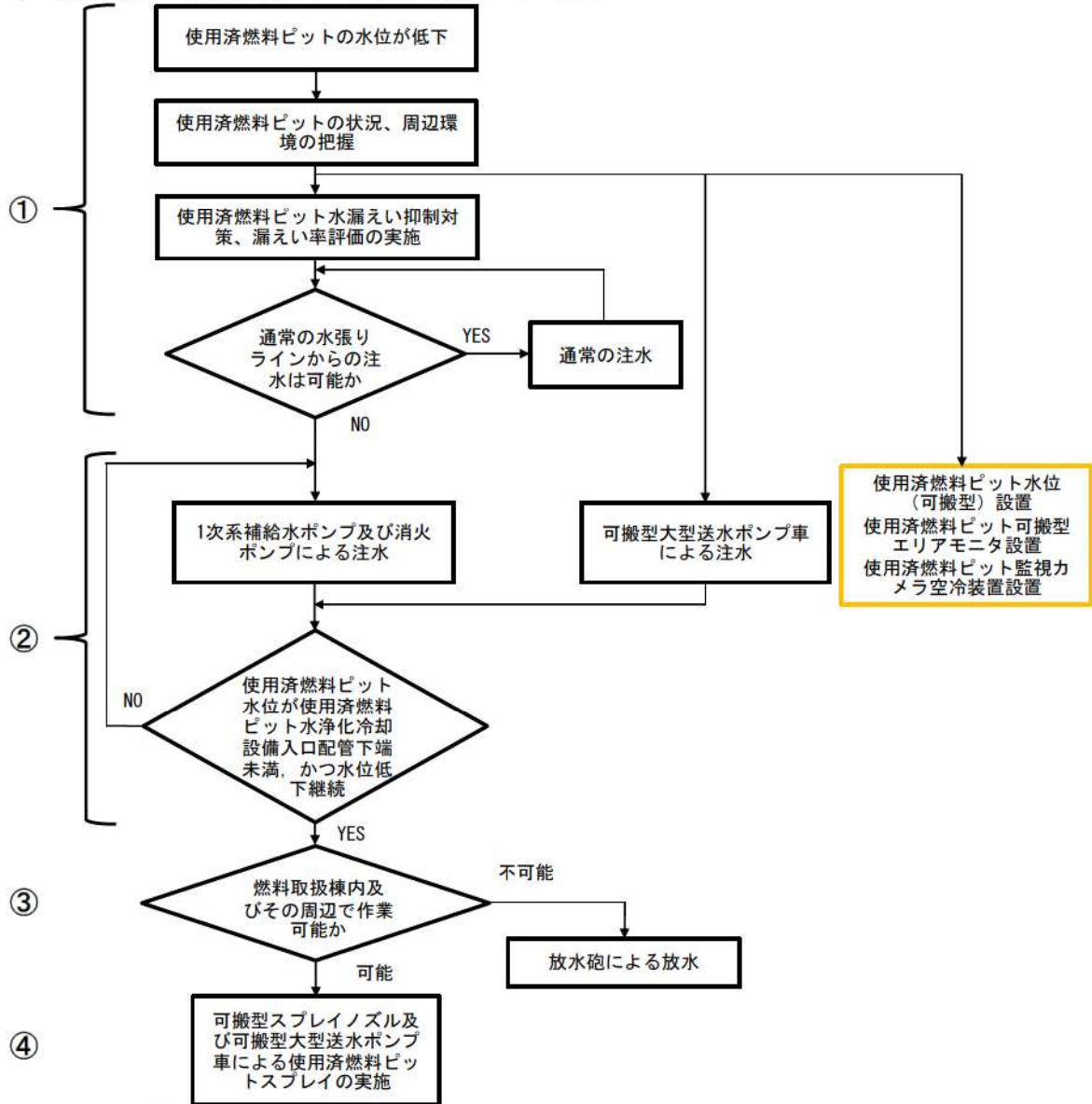
第1表 水位計測の種類と計測方式 (3/3)

種類	⑪ 電極式	⑫ 静電容量式	⑬ ガラスゲージ式	⑭ ディスプレースト式	⑮ ガイドパルス式
計測方式	<p>【接触】</p> <p>【点計測】</p> <p>ビットあるいはタンク内に先端を開放した電極棒などを投入し、電極が水中の場合、通電することにより電流が流れる原理を用いて、検出点が水中であるか気中であるかを検知する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンク内に先端を開放した電極棒などを投入し、水中と気中の静電容量の差を測定することにより、水位として計測する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ビットあるいはタンク下端側面から配管を別の場所に引出し、連通管を設ける。連通管をカメラなどを介して目視することにより、水位を確認する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>水中にディスプレイサを固定設置し、水位変化に伴うディスプレイサの浮力の変化を移動量または力として取り出し、水位として計測する。</p>	<p>【接触】</p> <p>【連続計測】</p> <p>ワイヤーにマイクロ波を伝搬させ、比誘電率の高い水面で反射した波の到達時間差を測定することにより、水位として計測する。</p>
構造概要					

第2表 使用済燃料ピット水位（可搬型）の成立性

項目	仕様 他		評価	備考
計測範囲	T. P. 21. 30m～32. 76m	使用済燃料ピット底部近傍から N. W. L 近傍まで計測が可能。	○	—
計測の連続性	連続計測	使用済燃料ピット底部近傍から N. W. L 近傍まで連続計測が可能。	○	異常な水位の低下事象における想定変動範囲を連続監視可能。
計測原理	フロート式	フロート式は、従来より一般的に採用されており、豊富な実績もあることから計測に対する大きな問題はない。	○	—
耐環境性	使用済燃料ピット内フロート 使用済燃料ピット区域内フロート吊込架台、ワイヤー及びワイヤー支持柱	使用済燃料ピット区域内は、ピット水の沸騰による蒸散による温度、湿度の上昇及び異常な水位の低下により放射線量が上昇するが、使用済燃料ピット区域内は、無機物で構成しているフロート等であり、耐環境性に優れている。	○	水位変換器等の電気部品他は、使用済燃料ピット環境（温度、湿度、放射線）の影響を受けない場所に設置。
可搬／常設	可搬設備	<ul style="list-style-type: none"> ・フロート ・フロート吊込架台 ・ワイヤ及びワイヤ支持柱 ・水位変換器 	○	
	常設設備	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室への伝送路 	○	

参考：泊3号炉 使用済燃料ピット水位低下時の対応フロー



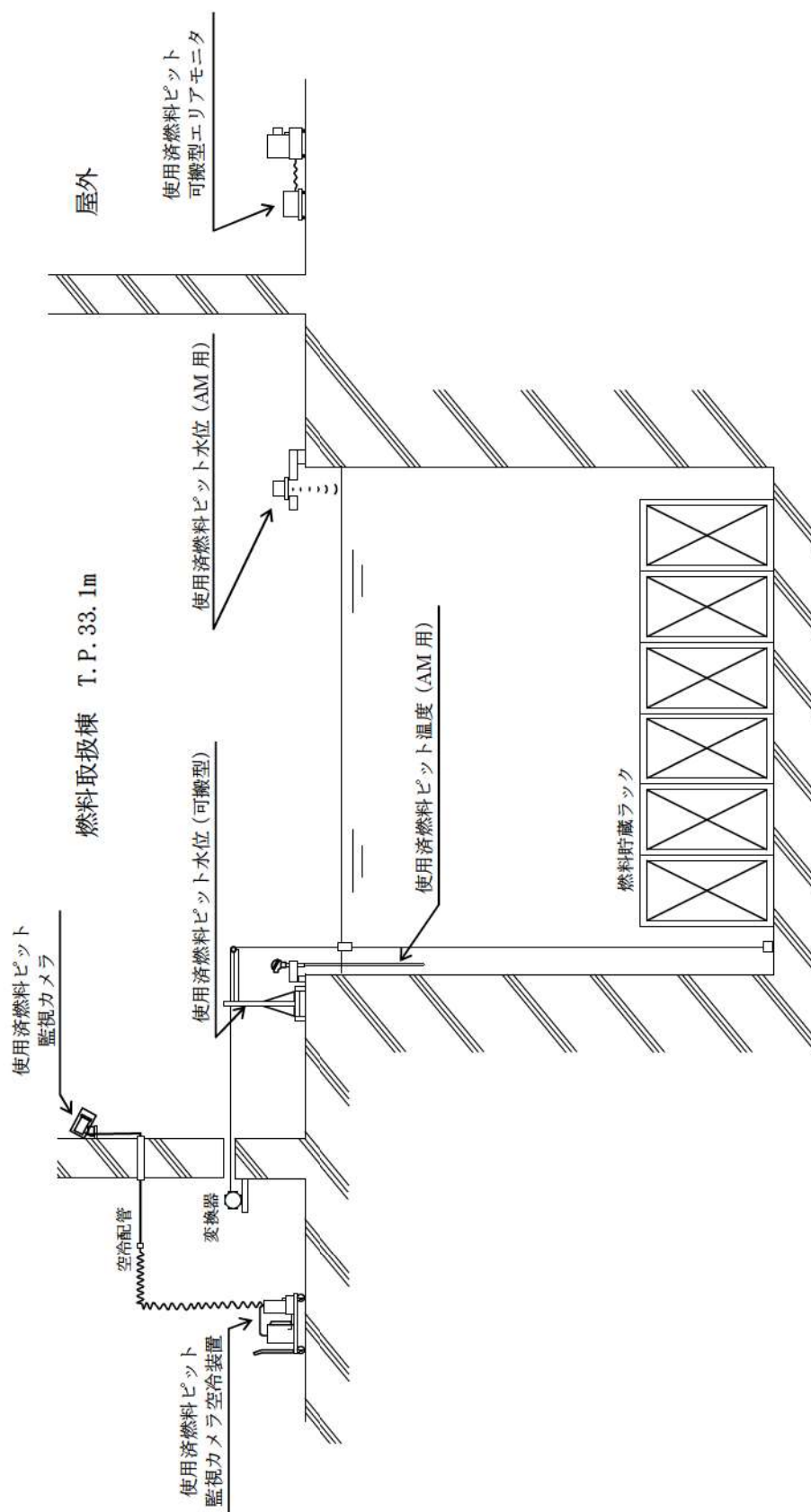
使用済燃料ピット水位（可搬型）設置
 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ設置
 使用済燃料ピット監視カメラ空冷装置設置

各計器監視機能

計器名称		①	②	③	④
水位	使用済燃料ピット水位				
	使用済燃料ピット水位（AM用）				
	使用済燃料ピット水位（可搬型）				
温度	使用済燃料ピット温度				
	使用済燃料ピット温度（AM用）				
	使用済燃料ピット監視カメラ				
放射線量率	使用済燃料ピットエリアモニタ				
	使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ				

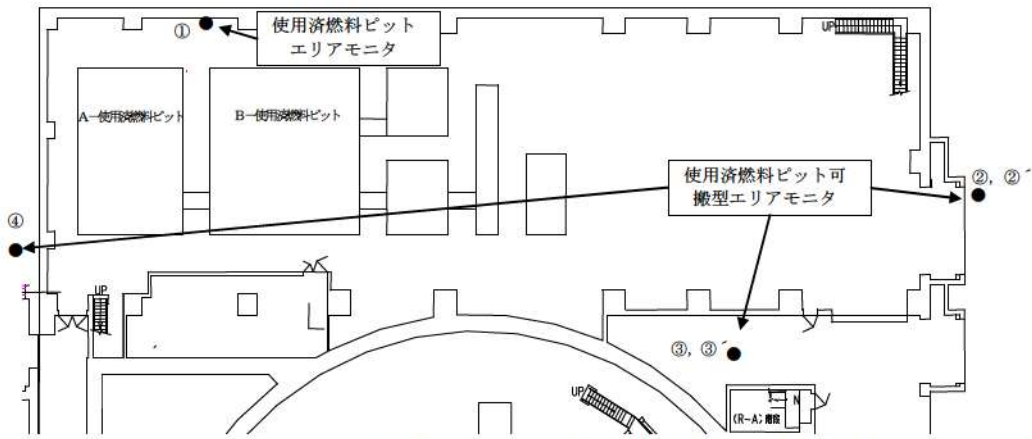
注) 青：設計基準対象施設
 赤：重大事故等対処設備

使用済燃料ピット監視設備（重大事故等対処設備）の全体概要

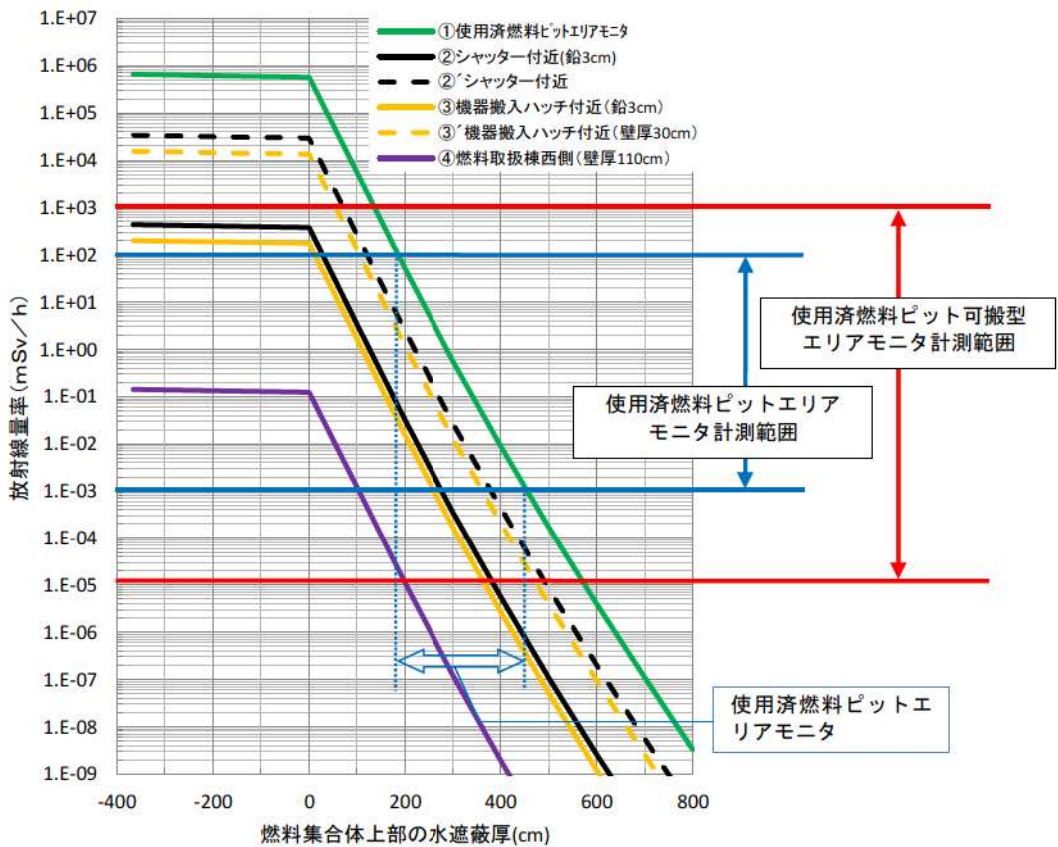


使用済燃料ピット可搬型エリアモニタによる監視について

使用済燃料ピット可搬型エリアモニタは、あらかじめ設定している設置場所での放射線量率の相関（減衰率）関係进行评估し把握しておくことにより、使用済燃料ピット区域の放射線量率を推定する。



第1図 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの配置図



第2図 使用済燃料ピットの水遮蔽厚と放射線量率の相関図

使用済燃料ピット監視設備の線量評価手法等について

(1) 放射線量率の評価手法

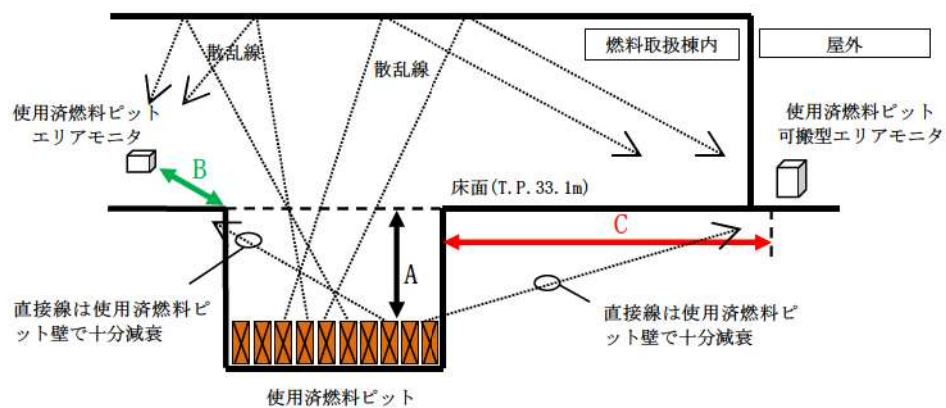
使用済燃料ピットの放射線量率を測定する使用済燃料ピットエリアモニタ及び使用済燃料ピット可搬型エリアモニタの位置関係は、第1図に示すとおり、使用済燃料から非直視の位置関係となる。非直視の位置については、直接線は壁等で十分減衰するため散乱線の評価する。

評価モデルとしては、使用済燃料1体からの使用済燃料ピット上方向の距離減衰を評価し、1体の放射線量率に貯蔵体数を乗じる。床面からの距離を使用済燃料ピット上方向の距離として距離減衰を評価し、計算結果に散乱の減衰率を乗じている。放射線量率計算にはSPAN-SLABコードを用いる。(第2図参照。)

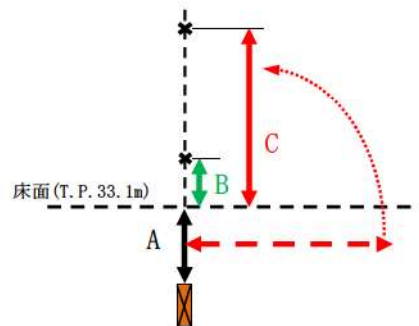
【諸元】

- ・線源強度は、工事計画認可申請書の生体遮蔽装置用に用いている原子炉停止後 100 時間の線源強度を使用。
- ・壁、天井での遮蔽減衰率は 0.1 とする。

(「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2015」における散乱線の簡易計算手法による。)



第1図 使用済燃料ピット監視設備と使用済燃料の位置関係イメージ



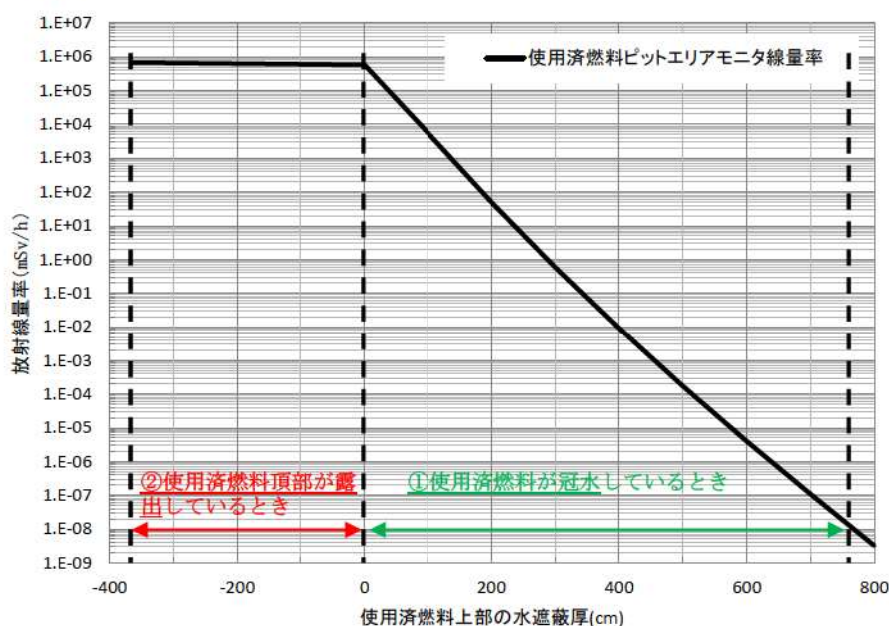
第2図 線量評価モデル

(2) 放射線量率から水位を推定する場合

使用済燃料ピット区域の放射線量率を測定し、使用済燃料ピットの水位と放射線量率の関係から、使用済燃料ピットの水位を推定する。

燃料集合体が冠水していれば（下図の水遮蔽厚が0cm以上）、水位低下に伴って放射線量率も上昇する。また、燃料集合体頂部が露出した後は、燃料集合体冠水時に比べ、水位低下による放射線量率の上昇は緩慢になる。

よって、放射線量率の上昇が緩やかになることにより、燃料集合体頂部が露出したと推定できる。燃料頂部露出以降においても、放射線量率の上昇から水位を推定できる可能性はあるが、水位低下に対する放射線量率の上昇率が小さくなるため、燃料頂部露出以前よりも水位の推定は難しくなる。



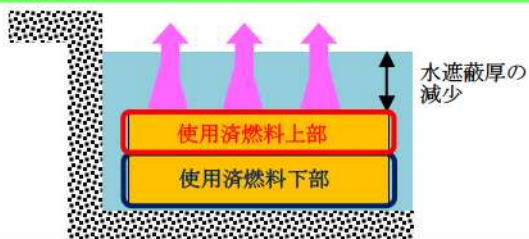
②燃料頂部が露出しているとき

燃料の鉛直方向への放射線量率は、下部線源の寄与が上部線源で遮蔽され上部線源の寄与が支配的であることから、水位低下による放射線量率の上昇の傾きは小さくなる。



①燃料が冠水しているとき

水位が低下すると燃料の鉛直方向の遮蔽厚が減少するので、放射線量率が大きく上昇する。



重大事故等時における使用済燃料ピット監視計器の耐環境性について

(a) 重大事故等時における使用済燃料ピットの環境について

使用済燃料ピットで重大事故等が発生した場合に、計器周辺の環境が温度 100℃、湿度 100%RH となる可能性を考慮し、使用済燃料ピット温度 (AM 用) 及び使用済燃料ピット水位 (AM 用) の機能健全性を評価する。

(b) 試験方法

試験対象となる計器 (第 1 表に記載) について、温度 100℃環境下での耐熱試験を実施する。なお、湿度 100%RH については、温度計・水位計共に防水機能を有しているため、機能健全性に問題はない。

第 1 表 試験対象となる使用済燃料ピット温度計及び水位計の機器仕様

名称	種類	機器仕様	
		温度	防水性
使用済燃料ピット温度 (AM 用)	測温抵抗体	80℃	防水機能あり。(IP67「水中への浸漬に対する保護」(水の浸入に対する保護として、規定の圧力、時間での水中に浸漬しても有害な影響を受けないような構造))
使用済燃料ピット水位 (AM 用)	電波式水位検出器	70℃ [] [] []	防水機能あり。(IP65「噴流水に対する保護」(いかなる方向からの水の直接噴流によっても有害な影響を受けないような構造))

○耐熱試験

試験装置の中に設置した計器に対して、100℃を計 9 日間印加した後に、監視機能を維持できることを確認する。

(c) 試験結果

耐熱試験の結果を第 2 表に示す。100℃環境下においても計器の監視機能は維持されており、健全性に問題はない。

第 2 表 試験結果

名称	結果
使用済燃料ピット温度 (AM 用)	100℃を印加した後の特性試験：結果 良
使用済燃料ピット水位 (AM 用)	100℃を印加した後の特性試験：結果 良

以上

[] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

泊発電所 3 号炉

運用，手順説明資料

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

16 条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

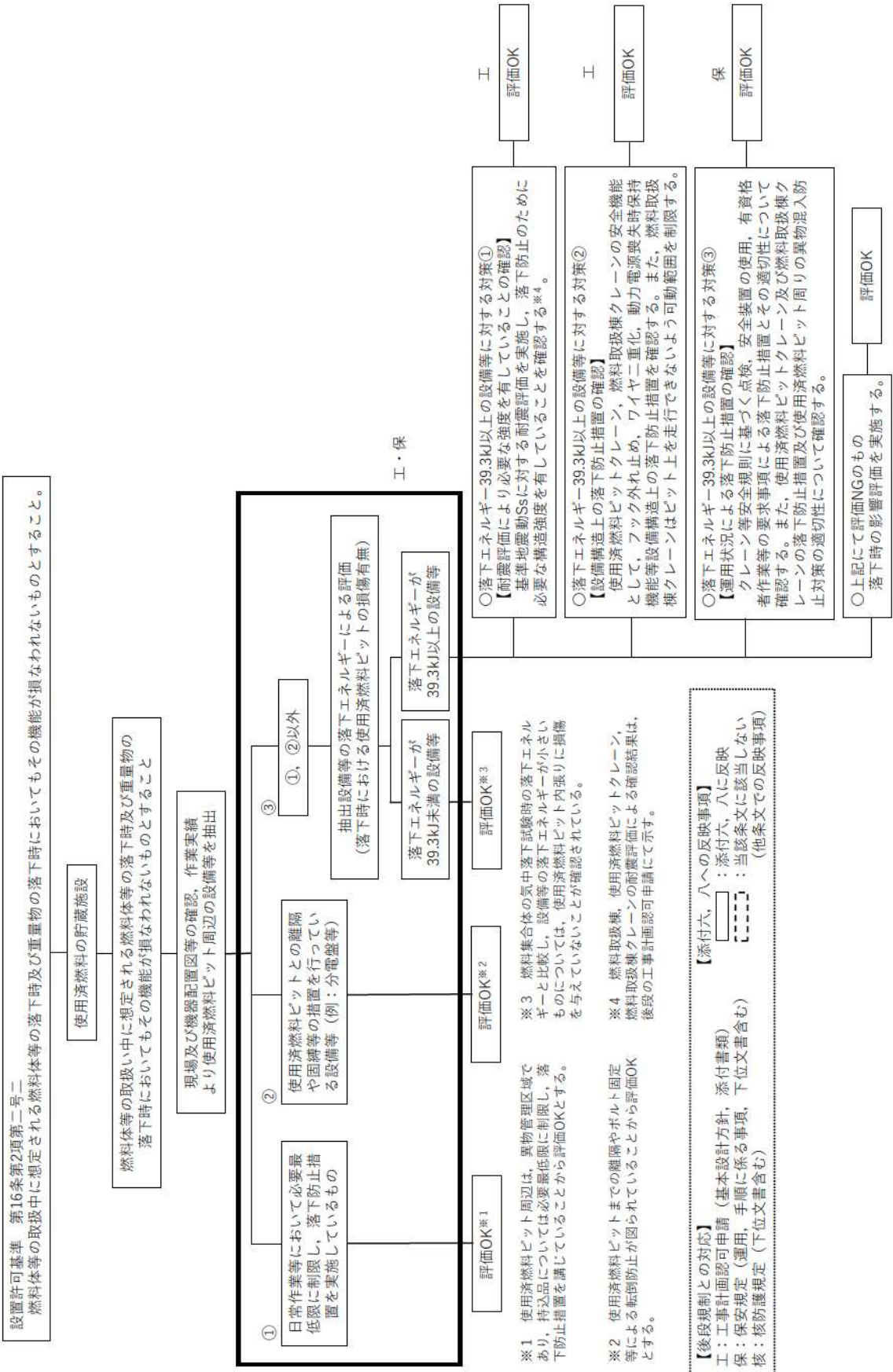
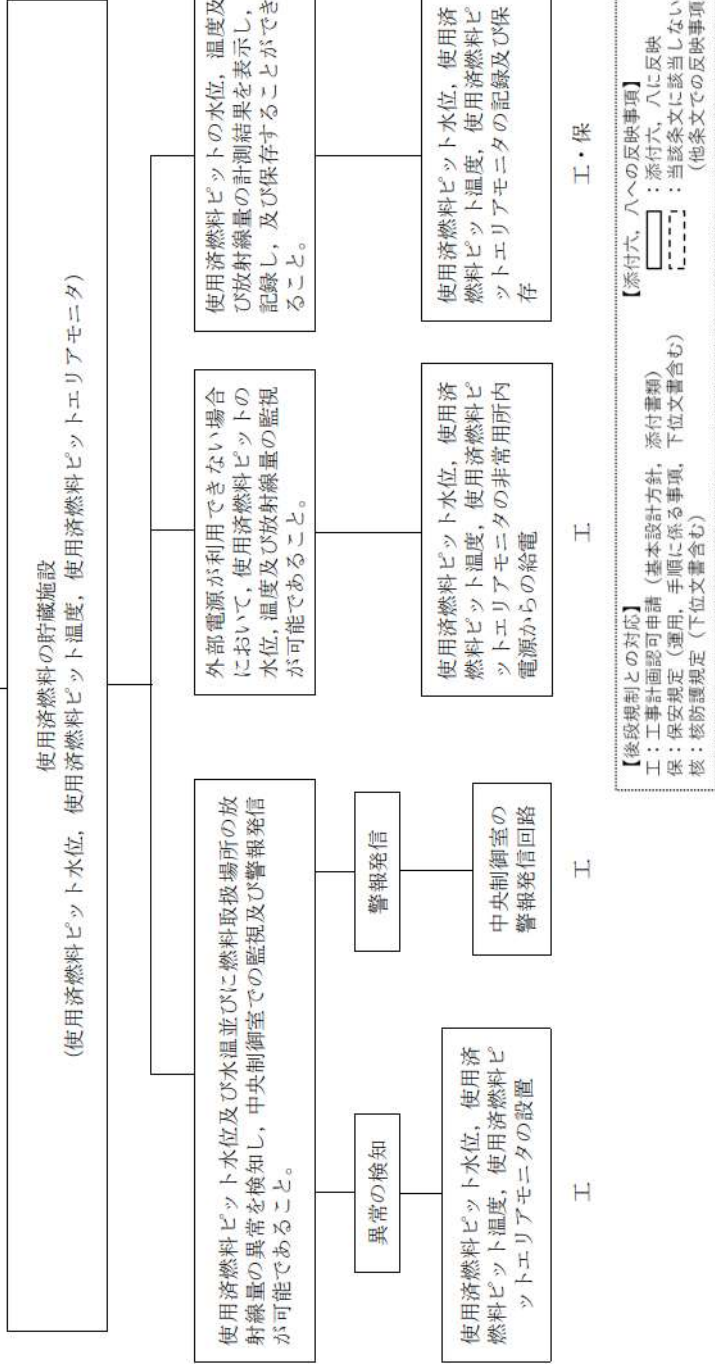


表 1 運用、手順に係る対策等（設計基準）

設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p>第 16 条</p> <p>燃料体等の取扱施設 及び貯蔵施設</p>	<p>クレーンに おける対策</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料ピット周辺に設置する設備や取り扱う吊荷については、あらかじめ定めた評価フローに基づき評価を行い、使用済燃料ピットに影響を及ぼす落下物となる可能性が考えられる場合は落下防止措置を実施する。 ・日常作業等において使用済燃料ピット周辺に持ち込む物品については、必要最低限に制限するとともに落下防止措置を実施する。 ・使用済燃料ピット上の燃料集合体取扱作業において、燃料集合体下端の吊上げの上限高さはピット底部より 4.9m とすることを手順等で整備し、的確に操作を実施する。 ・使用済燃料ピットの健全性を維持するため、燃料取扱設備の吊荷に対する落下防止対策として、二重のワイヤや可動範囲制限等を施した設備を使用することとし、それらを手順等に整備し、的確に実施する。
		<p>体制</p>	<p style="text-align: center;">—</p>
		<p>保守・点検</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料ピットクレーン及び燃料取扱棟クレーンについては、クレーン等安全規則に基づき、定期点検及び作業開始前点検を実施するとともに、クレーンの運転、玉掛は有資格者が実施する。 ・使用済燃料ピットの健全性を維持するため、重量物落下防止に係る設備等については、適切に保守管理を実施するとともに必要に応じ補修を行う。
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料ピットへの重量物落下防止に係る落下防止措置及び当該設備の保守管理に関する教育を行う。

第16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

設置許可基準規則 第16条 第3項第一号
 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。
 設置許可基準規則 第16条 第3項第二号
 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。



【後段規制との対応】
 工：工事計画認可申請（基本設計方針，添付書類）
 保：保安規定（運用，手順に係る事項，下位文書含む）
 核：核防護規定（下位文書含む）

【添付六，八への反映事項】
 〇：添付六，八に反映
 - - -：当該条文に該当しない
 (他条文での反映事項)

表2 運用, 手順に係る対策等 (設計基準)

設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第16条 燃料体等の取扱施設 及び貯蔵施設	使用済燃料ピット水位 使用済燃料ピット温度 使用済燃料ピットエリア モニタ	運用・手順	—
		体制	(保修課員による使用済燃料ピット関連監視計器の保守・点検)
		保守・点検	・設備の日常点検, 定期点検及び故障時の補修
		教育・訓練	・補修に関する教育・訓練
	使用済燃料ピット水位, 温度, エリアモニタの非 常用所内電源からの給電	運用・手順	—
		体制	(保修課員による非常用所内電源及び使用済燃料ピット関連監視計器の保守・点検)
		保守・点検	・設備の日常点検, 定期点検及び故障時の補修
		教育・訓練	・補修に関する教育・訓練

泊発電所 3 号炉

使用済燃料ピットへの重量物落下に係る
対象重量物の現場確認について

1. 基準要求

【第16条】 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）及び技術基準規則第26条（燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）にて、燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないことを要求されている。

当該基準を満足するにあたっては、燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれない設計とするとともに、クレーンは二重のワイヤ等落下防止対策を行う設計としている。

また、使用済燃料ピットへの落下時影響評価が必要となる重量物を抽出する必要があることから使用済燃料ピット周辺の設備等について現場確認を行うこととする。

2. 確認項目及び内容

上記基準要求を満足するにあたっては、使用済燃料ピット周囲（T.P. 33.1m）及び上部に設置されている設備や機器等が地震時に使用済燃料ピットへの重量物とならないか調査する必要があり、現場確認及び機器配置図等を用いた机上検討、また、使用済燃料ピット周辺の作業で、クレーンを使用して取り扱う重量物について、作業実績に基づき網羅的に抽出を行った。

抽出された設備等を添付資料1に示す。

（1）現場確認による抽出

使用済燃料ピット周辺の設備等に係る現場確認を実施し、「地震等により使用済燃料ピットに落下するおそれがあるもの」について網羅的に抽出した。

具体的には、使用済燃料ピット周辺（T.P. 33.1m フロア面）について、設置位置（高さ）、物量、重量、固定状況等を確認し、地震等により使用済燃料ピットへの落下物となるおそれがあるものを抽出した。

（2）機器配置図等^{※1}による抽出

使用済燃料ピット周辺の設備等について、機器配置図等にて抽出した。

※1 建屋機器配置図

仕様書（燃料取扱設備、使用済燃料ピットクレーン、
燃料取扱棟クレーン、燃料取扱及びピット一般設備 等）

設置変更許可申請書

具体的には、内挿物等現場で確認出来ない重量物について、機器配置図等にて物量、重量、設置状況等確認し、使用済燃料ピットへの落下物となるおそれのあるものを抽出した。

(3) 使用済燃料ピット周辺の作業実績からの抽出

使用済燃料ピット周辺の作業で、使用済燃料ピットクレーン、燃料取扱棟クレーンを使用して取り扱う設備等について、作業実績に基づき抽出した。

なお、仮設機材類の持込品については、使用済燃料ピットが、立入りと持込品を制限している区域内にあること及び、その落下エネルギーについては、燃料集合体の落下エネルギーと比べると十分小さいため、抽出の対象外とした。

なお、燃料取扱棟クレーンは可動範囲の関係から使用済燃料ピット上を走行することはないが、同クレーンにより取り扱うキャスクについても前広に抽出し確認した。

具体的には、使用済燃料ピット周辺 (T.P. 33.1m フロア面) の作業において、使用済燃料ピットクレーンを使用して取り扱う重量物及び燃料取扱棟クレーンを使用して取り扱うキャスク等重量物を抽出した。

3. 抽出物に対する評価

現場確認、機器配置図等の確認及び作業実績により抽出された設備については、設置状況や落下エネルギーによる評価及び落下防止対策の状況により使用済燃料ピットへの影響評価を実施した。

(1) 固定状況、距離・位置関係による抽出 (評価①)

燃料取扱棟に固定された盤類等、設備のボルト等による固定状態や使用済燃料ピットとの離隔距離等により抽出した。

(2) 落下エネルギーによる抽出 (評価②)

評価①で抽出された設備等のうち、抽出した設備等の落下エネルギーと気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギー^{※2}を比較し、燃料集合体重量の落下エネルギー以上のものを抽出した。

※2 燃料集合体の落下を想定した場合でも使用済燃料ピットのライニングの健全性は確保される (添付資料3 参照) ことが確認されていることから、燃料集合体の落下エネルギー (約 39.3kJ) 以上の落下エネルギーであることを抽出の目安とする。

4. 今後の対応

今回抽出した設備等以外の設備等で、今後、使用済燃料ピット周辺に設置する、又は取り扱う設備等については、添付資料2「使用済燃料ピットへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー」に基づき、使用済燃料ピットへの落下時影響評価の要否判定を行い、評価が必要となったものに対しては落下時影響評価を行い、必要に応じて適切な落下防止対策を実施する。

現場確認等における抽出物の詳細

使用済燃料ピット周辺の設備等について、現場及び機器配置図等による確認を行うとともに、使用済燃料ピット周辺の作業で、使用済燃料ピットクレーン又は燃料取扱極クレーンを使用して取り扱う設備等について、作業実績に基づき網羅的に抽出を行った。

詳細について、表 1 に整理する。

表 1 現場確認等における抽出物の詳細 (その 1)

現場確認, 機器配置図により抽出した設備等						
エリア	電源盤類や装置の名称	評価フロー II			選定結果	
		評価①	評価②			
			落下エネルギーによる評価結果 ○:39.3kJ未満 ×:39.3kJ以上 -:評価不要又は不可			
トラック アクセスエリア	燃料取扱棟(天井, 梁, 柱, 壁 ^{※1})	1	燃料取扱棟(天井, 梁, 柱, 壁 ^{※1})	×	-	×
	クレーン	132	燃料取扱棟クレーン	×	×	×
		131	ケーブルトレイ・電線管	○	-	○
	電源盤類	5	電動3枚引き防護扉制御盤	○	-	○
		12	使用済燃料ピット監視カメラ電源切替盤	○	-	○
		13	燃料取扱棟クレーン電源箱	○	-	○
		16	作業用電源箱	○	-	○
		17	駆動力設備接続箱	○	-	○
		22	作業用電源盤	○	-	○
		23	駆動力設備電源箱	○	-	○
		34	作業用電源箱	○	-	○
		35	駆動力設備電源箱	○	-	○
		36	燃料取扱棟クレーンプラグイン機器収納ラック	○	-	○
		30	作業用電源盤	○	-	○
		31	駆動力設備接続箱	○	-	○
29		使用済燃料ピット水中照明分電盤	○	-	○	
141		自動火災報知設備中継器盤	○	-	○	
24		使用済燃料ピットクレーン電源箱	○	-	○	
フェンス類	146	駆動力設備接続箱	○	-	○	
	147	駆動力設備接続箱	○	-	○	
	149	IAEA監視カメラ用コンセント盤	○	-	○	
	20	フェンス	○	○	○	
装置類	18	チェッカープレート(機材搬入口)	○	○	○	
	19	手摺り(機材搬入口)	○	○	○	
	25	手摺り(新燃料貯蔵庫)	○	○	○	
	148	監視カメラ接近防止柵・ラック	○	○	○	
作業機材類	134	配管(雨水)	○	×	○	
	135	空調ダクト	×	-	×	
	37	配管(SA)	○	○	○	
	38	配管(DW)	○	○	○	
	26	配管(PW)	○	○	○	
	27	配管(床ドレン系)	○	○	○	
	6	所内通話設備	○	○	○	
11	監視カメラ(IAEA用)	○	○	○		
2	担架格納箱	○	○	○		
3	PHS構内通話装置中継端子	○	○	○		
4	インターホン	○	○	○		
7	消火器	○	○	○		
8	スピーカー	○	○	○		
10	靴箱	○	○	○		
9	時計	○	○	○		
44	救命具	○	○	○		
15	階段	○	○	○		
33	消火栓	○	○	○		
136	照明器具(蛍光灯)	○	○	○		
137	照明器具(ハロゲン灯)	○	○	○		
138	照明器具(HID)	○	○	○		
142	パッケージ型消火設備	○	○	○		
143	SA資機材	○	-	○		
144	燃料取扱棟クレーン用操作器収納箱	○	○	○		
145	エアハレット	○	-	○		
39	非常灯	○	○	○		
21	消火器	○	○	○		
32	消火器	○	○	○		
150	非常灯	○	○	○		
測定機器類	28	ポンプ出口圧力計	○	○	○	
建屋内装材	156	建屋内装材	○	○	○	

表1 現場確認等における抽出物の詳細(その2)

現場確認, 機器配置図により抽出した設備等							
エリア	電源盤類や装置の名称		評価フローⅡ				
			評価①	評価② 落下エネルギー による評価結果 ○:39.3kJ未満 ×:39.3kJ以上 -:評価不要又は不可	選定結果		
ビット 周辺 エリア	燃料取扱棟(天井, 梁, 柱, 壁 ^{※1})	1	燃料取扱棟(天井, 梁, 柱, 壁 ^{※1})	×	-	×	
	クレーン	132	燃料取扱棟クレーン	×	×	×	
		133	使用済燃料ビットクレーン	×	×	×	
		59	燃料外観検査装置現場盤	○	×	○	
	電源盤類	60	燃料移送装置ビット側制御盤	○	×	○	
		43	新燃料エレベータ制御盤	○	○	○	
		51	燃料シッピング検査装置現場盤	○	×	○	
		131	ケーブルトレイ・電線管	○	-	○	
	フェンス類	45	異物混入防止用フェンス(北側)	○	○	○	
		46	異物混入防止用フェンス(南側)	○	○	○	
		25	手摺り(新燃料貯蔵庫)	○	○	○	
		121	手摺り(燃料関連ビット)	○	○	○	
	装置類	40	配管(SA)	○	-	○	
		41	配管(DW)	○	-	○	
		54	配管(IA)	○	-	○	
		55	配管(気体廃棄物処理系)	○	-	○	
		61	燃料移送装置水圧ユニット(ビット側)	○	×	○	
		50	燃料検査室空調ユニット室外機	○	○	○	
		52	燃料シッピング検査装置N2循環ユニット	○	×	○	
		122	燃料シッピング検査装置	○	×	○	
		123	燃料外観検査装置	○	×	○	
		118	新燃料エレベータ昇降機	○	×	○	
		134	配管(雨水)	○	×	○	
		135	空調ダクト	×	-	×	
		56	配管(FH)	○	-	○	
		57	配管(DW)	○	-	○	
		58	配管(SA)	○	-	○	
		79	配管(SFFPCS)	○	-	○	
		作業機材類	42	配管(機器ドレン系)	○	-	○
	47		配管(SFFPCS)	○	-	○	
	49		配管(空調ドレン系)	○	-	○	
	140		可搬型使用済燃料ビット水位計	○	○	○	
	151		可搬型エリアモニタ指示監視カメラ	○	-	○	
	48		構内LAN	○	○	○	
	72		非常灯	○	○	○	
	78		所内通話設備	○	○	○	
	136		照明器具(蛍光灯)	○	○	○	
	137		照明器具(ハロゲン灯)	○	○	○	
	測定機器類	138	照明器具(HID)	○	○	○	
		120	封印板	○	○	○	
	測定機器類	53	可搬型エリアモニタ・電ドラム	○	○	○	
	建屋内装材	156	建屋内装材	×	-	○	
	異物混入防止用フェンス内エリア	燃料取扱棟(天井, 梁, 柱, 壁 ^{※1})	1	燃料取扱棟(天井, 梁, 柱, 壁 ^{※1})	×	-	×
		クレーン	133	使用済燃料ビットクレーン	×	×	×
			62	水中ポンプ制御盤	○	○	○
			63	作業用電源盤	○	○	○
		電源盤類	70	B-使用済燃料ビット水中照明分電盤	×	○	○
			71	A-使用済燃料ビット水中照明分電盤	×	○	○
			76	原子炉建屋管理区域100V雑分電盤	○	○	○
			85	作業用電源盤	○	○	○
			131	ケーブルトレイ・電線管	○	-	○
		フェンス類	68	異物混入防止用フェンス(検査室下)	○	○	○
			139	手摺り(使用済燃料ビット)	○	○	○
134			配管(雨水)	○	×	○	
装置類		135	空調ダクト	×	-	×	
		75	使用済燃料ビット水中照明用変圧器	○	×	○	
		83	配管(SFFPCS)	○	-	○	
		81	配管(IA)	○	-	○	
		82	配管(FSS)	○	-	○	
		157	配管(使用済燃料ビット冷却用注水配管 ^{※2})	×	-	×	
作業機材類		69	エアージャクションボックス	○	○	○	
		136	照明器具(蛍光灯)	○	○	○	
		137	照明器具(ハロゲン灯)	○	○	○	
		65	消火器	○	○	○	
		80	消火栓	○	○	○	
		102	検査室窓	○	○	○	
		84	消火器	○	○	○	
		154	パッケージ型消火設備	○	○	○	
		155	パッケージ型消火設備	○	○	○	
		64	使用済燃料ビット水位監視カメラ(SA用)	○	○	○	
測定機器類		73	プラットフォーム	○	-	○	
		74	プラットフォーム	○	-	○	
		66	使用済燃料ビットエリアモニタ	○	○	○	
		67	使用済燃料ビット水位指示計	○	○	○	
建屋内装材		156	建屋内装材	×	○	○	

表1 現場確認等における抽出物の詳細 (その3)

現場確認、機器配置図により抽出した設備等						
エリア	電源盤類や装置の名称		評価フローⅡ			選定結果
			評価①	評価②		
				落下エネルギーによる評価結果 ○:39.3kJ未満 ×:39.3kJ以上 -:評価不要又は不可		
燃料検査室内エリア	燃料取扱棟(天井、梁、柱、壁※ ¹)	1	燃料取扱棟(天井、梁、柱、壁※ ¹)	×	-	×
	電源盤類	94	作業用電源箱	○	○	○
		97	燃料検査装置分電盤	○	×	○
		109	PPA309	○	-	○
		93	UPS	○	○	○
	装置類	92	ラック	○	○	○
		99	燃料検査室空調ユニット	○	×	○
		104	燃料外観検査装置ワークステーション	○	×	○
		105	燃料外観検査装置VTRラック	○	×	○
		106	燃料シッピング検査装置ワークステーション	○	×	○
		107	燃料シッピング検査装置分析盤	○	×	○
		96	配管(空気サンプル)	○	-	○
		95	配管(消化水系)	○	-	○
	作業機材類	86	所内通話設備	○	○	○
		136	照明器具(蛍光灯)	○	○	○
		88	下駄箱	○	○	○
		87	棚	○	○	○
		91	ビデオデッキ	○	○	○
		89	ラック	○	○	○
		90	消火器	○	○	○
		98	ホワイトボード	○	○	○
		100	ラック	○	○	○
		101	ラック	○	○	○
103		イス・机	○	○	○	
108		プリンター	○	○	○	
152	ミサイルシールド部封印カバー	○	○	○		
153	シンプルプラグ	○	○	○		
ピット内エリア	燃料取扱棟(天井、梁、柱、壁※ ¹)	1	燃料取扱棟(天井、梁、柱、壁※ ¹)	×	-	×
	クレーン	133	使用済燃料ピットクレーン	×	×	×
		113	破損燃料保管容器	○	○	○
		115	水中照明	○	○	○
	装置類	157	配管(使用済燃料ピット冷却用注水配管※ ²)	×	-	×
		112	使用済燃料ピット水位・水温(既設)	○	○	○
		110	使用済燃料ピット水位(SA用)	○	○	○
		111	使用済燃料ピット水温(SA用)	○	○	○
建屋内装材	156	建屋内装材	×	○	○	

※1 建屋内装材を除く

※2 今後設置予定の設備であり、設計計画を記載する。

表1 現場確認等における抽出物の詳細 (その4)

作業実績から抽出した設備等							
エリア	電源盤類や装置の名称			評価フローⅡ		選定結果	
				評価①	評価②		
					落下エネルギーによる評価結果 ○:39.3kJ未満 ×:39.3kJ以上 -:評価不要又は不可		
SFP/C使用	移送中の燃料ビットゲート	114	燃料ビットゲート	×	×	×	
	移送中の燃料ガイドアセンブリ等 (使用済燃料取扱工具等を含む)	-		燃料ガイドアセンブリ	×	×	×
		-		模擬燃料	×	○	○
		-	126	使用済燃料取扱工具(14×14用)	×	○	○
		-	130	使用済燃料取扱工具(17×17用)	×	○	○
		-	129	破損燃料保管容器ボルト・ナット取扱工具	×	○	○
		-	119	燃料移送装置燃料コンテナ非常回転工具	×	○	○
		-	127	照射試験片取扱工具	×	○	○
	移送中の内挿物等 (内挿物取扱工具等を含む)	-	117	新燃料取扱工具	×	○	○
		-	116	新内挿物取扱工具	×	○	○
		-	125	NFBC取扱工具	×	○	○
		-		制御棒クラスタ	×	○	○
		-		バーナブルボイズン	×	○	○
		-		シンプルフラグ	×	○	○
		-		一次中性子源	×	○	○
	その他作業	-		二次中性子源	×	○	○
		-		水中照明	×	○	○
		-		保障措置関連査察資機材	×	○	○
		-		燃料取扱設備、検査装置点検作業の資機材	×	○	○
		-		諸作業等による資機材運搬	×	○	○
FHB/C使用	移送中のキャスク	-	キャスク	×	×	×	
		-	キャスク吊具	×	×	×	
		-	照射試験片輸送容器	×	×	×	
		-	照射試験片輸送容器吊具	×	×	×	

検討不要条件

- ①: SFPからの離隔距離が確保されているもの
- ②: 固定ボルト等固定された設備であること

使用済燃料ピットへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー

I. 使用済燃料ピット周辺の設備等の抽出

使用済燃料ピット周辺の設備等について、現場確認、図面等（機器配置図、仕様書、設置変更許可申請書）により抽出し、抽出した設備等を類似機器ごとに項目分類を行う。なお、抽出した機器については、現場の作業実績により抽出に漏れないことを確認する。

II. 使用済燃料ピットへの落下を検討すべき重量物の抽出

評価フロー I で抽出及び項目分類したものについて、項目ごとに使用済燃料ピットとの離隔距離や設置方法などを考慮し、使用済燃料ピットに落下するおそれがあるものを抽出する。

抽出された設備等の落下エネルギーと、燃料集合体等の気中落下試験時の落下エネルギー※を比較し、使用済燃料ピットへの落下影響を検討すべき重量物を抽出する。

※燃料集合体の落下を想定した場合でも使用済燃料ピット内張りの健全性は確保されることから、燃料集合体と同等の落下エネルギーを選定の目安とした。詳細は、燃料集合体落下時の使用済燃料ピット内張りの健全性について（添付資料 3）参照。

III. 落下防止対策の要否判断

評価フロー II で抽出した設備等に対し、以下のいずれかの落下防止対策がなされていることを確認する。

- ・耐震性確保による落下防止対策
- ・設備構造上の落下防止対策
- ・運用状況による落下防止対策

IV. 使用済燃料ピットへの落下時影響評価が必要なもの

評価フロー III で落下防止対策が必要とされた重量物は、落下時に使用済燃料ピットの機能を損なうおそれがあることから、使用済燃料ピットへの落下時影響評価を実施する。

V. 使用済燃料ピットへの落下時影響評価が不要なもの

評価フロー II で検討不要、又は評価フロー III で対策不要としたものは、使用済燃料ピットの機能を損なう重量物ではないことから、落下時影響評価は不要とする。

以下の図1に評価フロー図を示す。

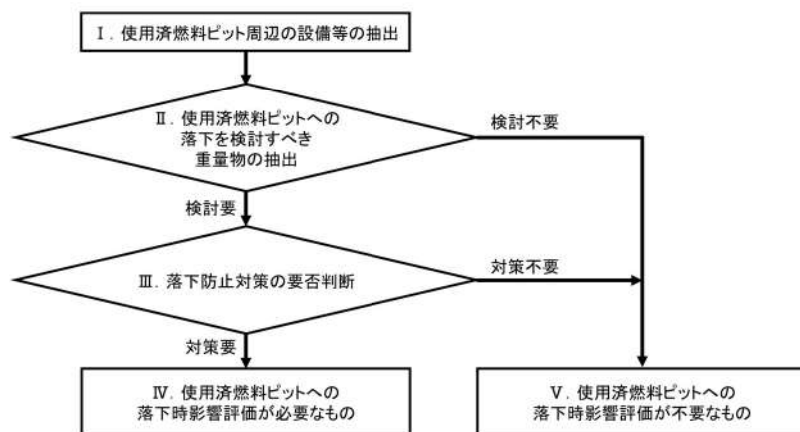


図1 使用済燃料ピットへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー

燃料集合体落下時の使用済燃料ピットライニングの健全性について

1. はじめに

泊発電所3号機の使用済燃料ピットは、地震荷重等に対し十分な強度を有する鉄筋コンクリートの躯体構造とし、また、使用済燃料ピット水の漏えいを防止するため、公称板厚 mm のステンレス鋼板を内張り（ライニング）する計画である。

燃料集合体を取扱う設備は、燃料集合体の落下防止に対して、設計上の考慮を十分に払うが、万一燃料集合体を使用済燃料ピットのライニング上に落下した場合のライニングの健全性に関し、模擬燃料集合体を用いた落下試験の結果（注1）に基づいて評価し確認した。

なお、基本設計では、ライニングとコンクリート表面の間隙量評価に必要な設計が確定されていなかったため、コンクリートの支持構造がないライニング単独の評価も実施していたが、工事計画認可申請においては、使用済燃料ピットの構造が具体化しライニングとコンクリート表面が密着することを確認できたため、ライニング単独の評価は不要とした。

（注1）MAPI-1080(改4)「燃料取扱事故時の燃料棒破損本数評価」
昭和61年8月13日 三菱原子力工業(株)（現 三菱重工業(株)）

2. 模擬燃料集合体落下試験

模擬燃料集合体による落下試験で使用したライニングは、泊発電所3号機にて計画しているライニングと同一の公称板厚 mm のステンレス鋼板であることより、当該試験の結果を基に泊発電所3号機のライニングの健全性を評価した。

なお、表1に示す通り、模擬燃料集合体落下試験の条件は、泊発電所3号機計画と比較して厳しい側の条件であることから、試験結果は安全側である。

表1 実機条件と試験条件との比較

項目	泊発電所3号機計画	模擬燃料集合体落下試験条件	比較
落下物質量	<input type="text"/> kg (注2) (計画値)	668 kg (実測値)	試験条件での落下物の質量の方が大であるため、厳しい側（安全側）の評価となる
落下高さ	4.9 m (注3)	6 m	試験条件は落下高さが高いため、落下（衝突）速度が大であり厳しい側（安全側）の評価となる
雰囲気条件	水中	気中	試験条件は水の抵抗を考慮していないため、落下（衝突）速度が大であり厳しい側の（安全側）評価となる
コンクリート床厚	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	計画するコンクリート厚は落下試験条件でのコンクリート厚を満足する

（注2）別紙1参照、（注3）別紙2参照

泊発電所3号発電設備の第1回工事計画認可申請書
(補正申請) 平成15年10月より抜粋

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第1図に模擬燃料集合体落下試験の概要を示す。

模擬燃料集合体の落下試験は、実機ライニング構造を模擬した試験体（公称板厚 \square mm のステンレス鋼板を厚さ \square mm のコンクリートブロック上にライニングしたもの）上に、模擬燃料集合体（668 kg：実機燃料集合体の水中相当質量）を、落下高さ 6 m から気中条件下で、鉛直落下、鉛直落下（溶接部）及び斜め落下（ \square 度）試験を各 1 回行った。

その結果、ライニングの最大減肉量は、鉛直落下で約 \square mm、鉛直落下（溶接部）で約 \square mm 及び斜め落下で約 \square mm であった。また、落下試験後のライニングに対する浸透探傷検査の結果、クラック等の有害な欠陥は認められず、燃料落下後のライニングは健全であることが確認された。

なお、板厚の異なるライニングに燃料集合体が落下した際のライニングの減肉量は、その板厚により異なる可能性があるため、板厚が異なる場合の減肉量に対する影響を以下のとおり評価した。

泊発電所 3 号機にて計画しているライニングの板厚は \square - \square mm であることから、板厚と減肉量との相関を確認するため、最小板厚 \square (mm)、公称板厚 \square (mm) 及び最大板厚 \square (mm) における減肉量を LS-DYNA コード（3次元弾塑性衝撃解析）で求めた。

その結果、板厚と減肉量は相関があり板厚の減少に伴い減肉量は増加し、最小板厚の減肉量と最大板厚の減肉量は約 \square 倍の違いがあった。そのため、模擬燃料集合体落下試験から得られた最大減肉量約 \square mm を基に、試験体のライニングを最大板厚と仮定して最小板厚での減肉量を安全側に評価すると約 \square mm である。

第2図に解析モデルを示す。

ライニング板厚を公差（ $\pm \square$ mm）の範囲内で変えた場合の3次元弾塑性衝撃解析結果（ライニング板厚減肉量）を表2に示す。

表2 3次元弾塑性解析による減肉量

ライニング厚さ (mm)	ライニング板厚減肉量 (mm)	減肉量の基準値からの差 (mm)	備考
\square	\square	\square	公差幅上限
\square	\square	基準値	公称値
\square	\square	\square	公差幅下限

この解析結果より、板厚に対する減肉量は、以下のとおり板厚の公差幅で約 1.3 倍の違いが生じることが確認された。

$$\frac{\text{公差幅下限値の減肉量}}{\text{公差幅上限値の減肉量}} = \frac{\square}{\square} = \square \approx \square$$

泊発電所 3 号発電設備の第 1 回工事計画認可申請書
（補正申請）平成 15 年 10 月より抜粋

\square 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

<試験概要>

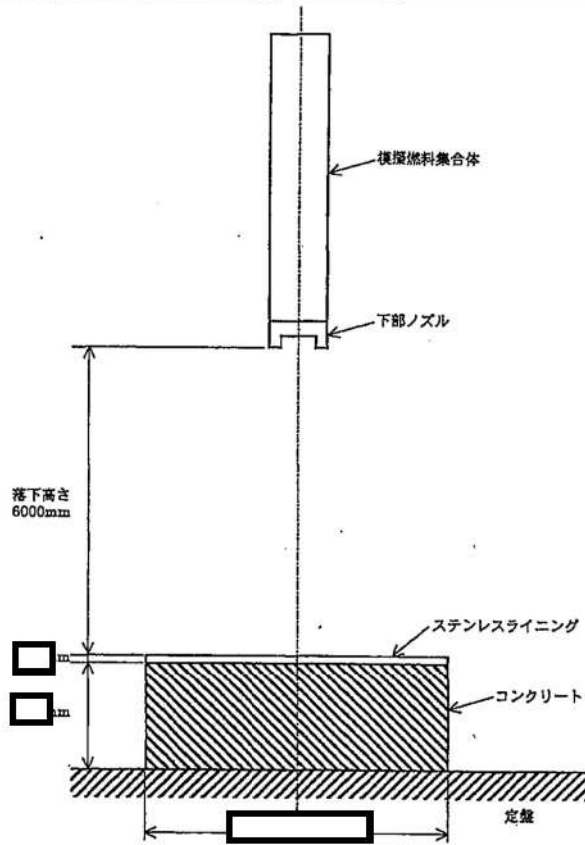
実施時期：1986年8月

実施者：三菱原子力工業㈱（現 三菱重工業㈱）

供試体：模擬燃料集合体1基 668 kg（下部ノズル3基）
模擬ライニング3基

試験条件：落下高さ6 m / 常温・気中

試験ケース：鉛直落下 / 鉛直溶接線上落下 / 斜め落下 度 各1回



第1図 燃料集合体落下試験概要図

泊発電所3号発電設備の第1回工事計画認可申請書
(補正申請) 平成15年10月より抜粋

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

<解析の概要>

解析コード：LS-DYNA

モデル化条件

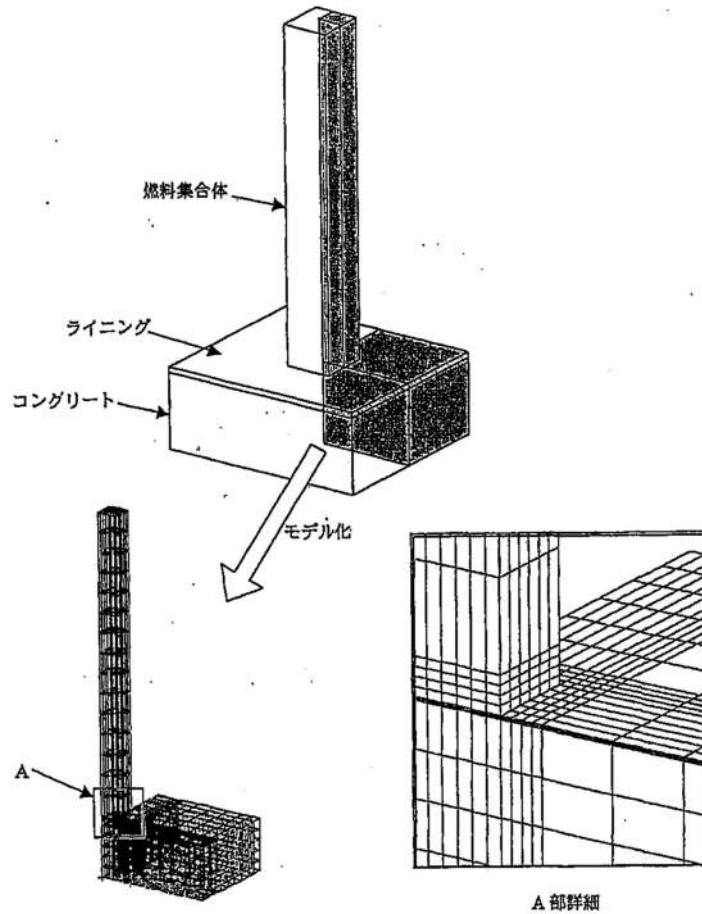
- ・落下物は、弾性体とする（塑性変形しないものとする）
- ・落下物の底面は□214×214 断面の鋼とする。
- ・ライニング及びコンクリートは弾塑性体とする（塑性変形するものとする）

解析条件

- ・落下物の質量は、668 kg とする。
- ・落下物の落下高さは、6 m とする。
- ・ライニングの厚みは、 mm, mm, mm とする。

要素数

節点数



第2図 燃料集合体の落下解析モデル

泊発電所3号発電設備の第1回工事計画認可申請書
(補正申請)平成15年10月より抜粋

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

泊発電所 3 号炉

使用済燃料ピットへの落下物による
使用済燃料ピット内燃料集合体への
影響評価について

1. 目的

使用済燃料ピット内への落下物によって使用済燃料ピット内燃料集合体が損傷しないことを確認する。

2. 影響評価の基本的な考え方

別添1において、気中落下時の衝突エネルギーが落下試験の衝突エネルギーより大きい設備については適切な落下防止対策を実施することから、落下試験の衝突エネルギーを適用しても、保管中の使用済燃料ピット内燃料集合体が損傷しないことを確認する。

評価については、燃料被覆管が放射性物質の閉じ込め機能を保持するよう、破断に至るような変形に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

3. 落下物の選定

別添1「6. 重量物の評価結果」において、落下時に使用済燃料ピットの機能に影響を及ぼさない重量物による落下エネルギーを包含できる落下物として、模擬燃料集合体を選定する。

なお、落下高さは落下試験と同じく6mとする。燃料集合体上部は使用済燃料ピットライニングより約4.3m高い位置に配置されるため、保守的な評価条件となっている。

4. 落下物による燃料集合体への影響評価

模擬燃料集合体の落下エネルギーは39.3kJであり、燃料被覆管に生じるひずみを算出した結果、表1のとおり燃料被覆管に発生するひずみは、許容ひずみ（塑性ひずみ1%）に対して余裕が十分大きく、燃料集合体の落下を想定しても、使用済燃料ピット内燃料集合体が損傷しないことを確認した。

なお、燃料集合体の強度評価の方法は、別途評価している竜巻事象（使用済燃料ピットに保管中の燃料集合体に飛来物が衝突）における燃料集合体の強度評価方法（第六条：外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻））を用いた。

表1 落下物による燃料被覆管に生じるひずみ

塑性ひずみ ϵ_p (%)	許容ひずみ(%)	裕度
0.4	1	2.5

5. まとめ

気中落下時の衝突エネルギーが落下試験の衝突エネルギーより小さい設備等については、その設備等の落下による燃料集合体への影響が落下試験の衝突エネルギーによる評価結果に包絡されるため、使用済燃料ピット内燃料集合体が損傷するおそれはない。

以上

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	DB33 r.15.0
提出年月日	令和5年9月29日

泊発電所3号炉

設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)

第33条 保安電源設備

令和5年9月
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第 33 条 保安電源設備

<目 次>

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置, 構造及び設備

(2) 安全設計方針

(3) 適合性説明

1.3 気象等

1.4 設備等 (手順等含む)

2. 追加要求事項に対する適合方針

2.1 保安電源設備の概要

2.1.1 常用電源設備の概要

2.1.2 非常用電源設備の概要

2.2 保安電源の信頼性

2.2.1 発電所構内における電気系統の信頼性

2.2.1.1 安全施設に対する電力系統の異常の検知とその拡大防止

2.2.1.1.1 安全施設の保護装置について

2.2.1.1.1.1 送電線保護装置

2.2.1.1.1.2 275kV 母線保護装置

2.2.1.1.1.3 変圧器保護装置

2.2.1.1.1.4 その他設備に対する保護装置

2.2.1.1.2 1相開放故障への対策について

2.2.1.1.2.1 米国バイロン2号炉の事象の概要と問題点

2.2.1.1.2.2 非常用高圧母線への電力供給について

- 2.2.1.1.2.3 1相開放故障時における検知性
- 2.2.1.1.2.4 1相開放故障時に非常用高圧母線へ電源供給した場合の検知性
- 2.2.1.1.2.5 1相開放故障時の対応操作について
- 2.2.1.1.3 電気設備の保護
- 2.2.1.2 電気系統の信頼性
 - 2.2.1.2.1 系統分離を考慮した母線構成
 - 2.2.1.2.2 電気系統を構成する個々の機器の信頼性
 - 2.2.1.2.3 非常用所内電源系からの受電時等の母線の切替操作
- 2.2.2 電線路の独立性
 - 2.2.2.1 外部電源受電回路について
 - 2.2.2.2 複数の変電所又は開閉所との接続
 - 2.2.2.2.1 変電所等と活断層等の位置
 - 2.2.2.2.2 変電所又は開閉所の停止想定
 - 2.2.2.2.2.1 西野変電所全停時の供給系統
 - 2.2.2.2.2.2 西双葉開閉所全停時の供給系統
 - 2.2.2.2.2.3 国富変電所全停時の供給系統
- 2.2.3 電線路の物理的分離
 - 2.2.3.1 送電鉄塔への架線方法について
 - 2.2.3.2 送電線の信頼性向上対策
 - 2.2.3.2.1 鉄塔基礎の安定性
 - 2.2.3.2.2 送電線の交差・近接箇所の共倒れリスク
 - 2.2.3.2.3 送電線の風雪対策について
- 2.2.4 複数号炉を設置する場合における電力供給確保
 - 2.2.4.1 電線路が2回線喪失した場合の電力の供給

- 2.2.4.1.1 2回線喪失時の電力供給継続
- 2.2.4.1.2 変圧器多重故障時の電力供給
- 2.2.4.1.3 外部電源受電設備の設備容量について
- 2.2.4.2 受送電設備の信頼性
 - 2.2.4.2.1 開閉所設備等の耐震性評価について
 - 2.2.4.2.2 送変電設備の碍子、遮断器等の耐震性
 - 2.2.4.2.3 開閉所基礎の設置地盤の支持性能について
 - 2.2.4.2.4 CV ケーブルトンネル及び CV ケーブルダクトの設置地盤の支持性能について
 - 2.2.4.2.5 基礎並びに CV ケーブルトンネル及び CV ケーブルダクトの不等沈下による影響について
 - 2.2.4.2.6 設置地盤の液状化について
 - 2.2.4.2.7 津波の影響、塩害対策
- 2.3 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保
 - 2.3.1 非常用電源設備及びその附属設備の信頼性
 - 2.3.1.1 多重性又は多様性及び独立性
 - 2.3.1.1.1 非常用電源設備及びその附属設備の配置
 - 2.3.1.1.2 非常用電源設備及びその附属設備の共通要因に対する頑健性
 - 2.3.1.2 容量について
 - 2.3.1.3 燃料貯蔵設備
 - 2.3.2 隣接する発電用原子炉施設に属する非常用電源設備等への依存
 - 2.3.2.1 他の発電用原子炉施設に属する非常用電源設備との取り合い

2.3.2.2 ディーゼル発電機の共用について

別紙 1 鉄塔基礎の安定性について

別紙 2 吊り下げ設置型高圧遮断器について

別紙 3 変圧器 1 次側の 1 相開放故障について

別紙 4 1 相開放故障発生箇所の識別とその後の対応操作について

別紙 5 非常用電源設備の配置の基本方針

別紙 6 泊発電所に接続する送電線等の経過地における風速について

別紙 7 変電所等の津波影響について

別紙 8 北海道電力ネットワーク株式会社の送電鉄塔の設計及び耐震性

別紙 9 275kV 送電線近接区間における鉄塔基礎強化

別紙 10 66kV 送電線の津波影響について

別紙 11 送変電設備の碍子、遮断器等の耐震性

別紙 12 275kV 開閉所の塩害対策について

別紙 13 66kV 送電線から後備変圧器を介した電力供給ルート
の確保について

参考 1 非常用電源設備の多重性及び独立性について

3. 運用，手順説明資料

別添 泊発電所 3 号炉 運用，手順説明資料 保安電源設備

< 概 要 >

1. において、設計基準対象施設の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する泊発電所3号炉における適合性を示す。

2. において、設計基準対象施設について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備、運用等について説明する。

3. において、追加要求事項に適合するための運用、手順等を抽出し、必要となる運用対策を整理する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

保安電源設備について，設置許可基準規則第 33 条及び技術基準規則第 45 条において，追加要求事項を明確化する（表 1）。

表 1 設置許可基準規則第 33 条及び技術基準規則第 45 条 要求事項

設置許可基準規則 第 33 条 (保安電源設備)	技術基準規則 第 45 条 (保安電源設備)	備考
<p>発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならぬ。</p>	<p>—</p>	<p>変更なし</p>
<p>2 発電用原子炉施設には、非常用電源設備（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p>	<p>発電用原子炉施設には、電線路及び当該発電用原子炉施設において常時使用される発電機からの電力の供給が停止した場合において発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な装置の機能を維持するため、内燃機関を原動力とする発電設備又はこれと同等以上の機能を有する非常用電源設備を施設しなければならない。</p>	<p>変更なし</p>
<p>—</p>	<p>2 設計基準対象施設の安全性を確保する上で特に必要な設備には、無停電電源装置又はこれと同等以上の機能を有する装置を施設しなければならない。</p>	<p>変更なし</p>
<p>3 保安電源設備（安全施設へ電力を供給するための設備をいう。）は、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないよう、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。</p>	<p>3 保安電源設備（安全施設へ電力を供給するための設備をいう。）には、第一項の電線路、当該発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な装置への電力の供給が停止することがないよう、次に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>一 高エネルギーのアーカ放電による電気盤の損壊の拡大を防止するために必要な措置</p> <p>二 前号に掲げるもののほか、機器の損壊、故障その他の異常を検知し、及びその拡大を防止するために必要な措置</p>	<p>追加要求事項</p>

設置許可基準規則 第33条 (保安電源設備)	技術基準規則 第45条 (保安電源設備)	備考
<p>4 設計基準対象施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は、それぞれ互いに独立したものであって、当該設計基準対象施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該設計基準対象施設に連系するものでなければならぬ。</p>	<p>4 設計基準対象施設に接続する第一項の電線路のうち少なくとも二回線は、それぞれ互いに独立したものであって、当該設計基準対象施設において受電可能なものであり、かつ、使用電圧が六万ボルトを超える特別高圧のものであり、かつ、それにより当該設計基準対象施設を電力系統に連系するように施設しなければならぬ。</p>	追加要求事項
<p>5 前項の電線路のうち少なくとも一回線は、設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できるものでなければならぬ。</p>	<p>5 前項の電線路のうち少なくとも一回線は、当該設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できるるように施設しなければならぬ。</p>	追加要求事項
<p>6 設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の工場等の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないものでなければならぬ。</p>	<p>6 設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の敷地内の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないように施設しなければならぬ。</p>	追加要求事項
<p>7 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならぬ。</p>	<p>7 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならぬ。</p>	追加要求事項 設置許可基準 規則 解釈

備考	技術基準規則 第45条 (保安電源設備)	設置許可基準規則 第33条 (保安電源設備)
追加要求事項	<p>8 <u>設計基準対象施設は、他の発電用原子炉施設に属する非常用電源設備から受電する場合には、当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しないように施設しなければならない。</u></p>	<p>8 <u>設計基準対象施設及びその附属設備から受電する場合には、当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しないものでなければならない。</u></p>

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置，構造及び設備

ロ．発電用原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

(i) 本発電用原子炉施設は，(1)耐震構造，(2)耐津波構造に加え，以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。

a. 設計基準対象施設

(ab) 保安電源設備

発電用原子炉施設は，重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため，電力系統に連系した設計とする。

また，発電用原子炉施設には，非常用電源設備（安全施設に属するものに限る。以下，本項において同じ。）を設ける設計とする。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）（2.1.2：P33条-81～84）】

保安電源設備（安全施設へ電力を供給するための設備をいう。）は，電線路，発電用原子炉施設において常時使用される発電機，外部電源系及び非常用所内電源系から安全施設への電力の供給が停止することがないように，発電機，送電線，変圧器，母線等に保護継電器を設置し，機器の損壊，故障その他の異常を検知するとともに，異常を検知した場合は，ガス絶縁開閉装置あるいはメタルクラッド開閉装置等の遮断器が動作することにより，その拡大を防止する設計とする。

【説明資料（2.2.1.1：P33条-85～93，110～111）】

特に重要安全施設においては、多重性を有し、系統分離が可能である母線で構成し、信頼性の高い機器を設置するとともに、非常用所内電源系からの受電時の母線切替操作が容易な設計とする。

【説明資料（2.2.1.2：P33条-112～116）】

また、変圧器1次側において3相のうちの1相の電路の開放が生じ、安全施設への電力の供給が不安定になった場合においては、自動（地絡や過電流による保護継電器の動作）若しくは手動操作で、故障箇所の隔離又は非常用母線の健全な電源からの受電へ切り替えることにより安全施設への電力の供給の安定性を回復できる設計とする。

【説明資料（2.2.1.1：P33条-93～109）】

設計基準対象施設に接続する電線路のうち少なくとも2回線は、それぞれ互いに独立したものであって、当該設計基準対象施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該設計基準対象施設を電力系統に連系するとともに、電線路のうち少なくとも1回線は、設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できる設計とする。

【説明資料（2.2.2：P33条-117～122）

（2.2.3.1：P33条-123～140）】

設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の発電所内の2以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの2回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しない設計とする。

【説明資料（2.2.3：P33条-123～150）

（2.2.4：P33条-151～175）】

非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有する設計とする。

【説明資料（2.3.1.1：P33条-176～179）

（2.3.1.2：P33条-180～188）】

7日間の外部電源喪失を仮定しても、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対処するためにディーゼル発電機2台を7日間連続運転することにより必要とする電力を供給できる容量以上の燃料を敷地内のディーゼル発電機燃料油貯油槽に貯蔵する設計とする。

【説明資料（2.3.1.3：P33条-189～190）】

設計基準対象施設は、他の発電用原子炉施設に属する非常

用電源設備及びその附属設備から受電する場合には，当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しない設計とする。

ヌ. その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備

A. 3号炉

(1) 常用電源設備の構造

(i) 発電機

台数	1
容量	約 1,020,000kVA

(ii) 外部電源系

275kV	4回線（1号，2号及び3号炉共用，既設） （「常用電源設備」及び「非常用電源設備」と兼用）
66kV	2回線（1号，2号及び3号炉共用，一部既設） （「常用電源設備」及び「非常用電源設備」と兼用）

発電機，外部電源系，非常用所内電源系，その他の関連する電気系統の機器の短絡若しくは地絡又は母線の低電圧若しくは過電流に対し，検知できる設計とする。

(iii) 変圧器

a. 主変圧器

台数	1
容量	約 950,000kVA
電圧	21kV／275kV（1次／2次）

b. 所内変圧器

台数	1
容量	約 72,000kVA
電圧	21kV／6.9kV（1次／2次）

c. 予備変圧器

台数	1
容量	約 30,000kVA
電圧	280kV／6.9kV（1次／2次）

d. 後備変圧器

台数	1
容量	約 20,000kVA
電圧	64.5kV／6.9kV（1次／2次）

(2) 非常用電源設備の構造

(i) 受電系統

275kV	4回線（1号，2号及び3号炉共用，既設） （「常用電源設備の構造」と兼用）
66kV	2回線（1号，2号及び3号炉共用，一部既設） （「常用電源設備の構造」と兼用）

(ii) ディーゼル発電機

a. ディーゼル発電機（「ディーゼル発電機」及び「代替電源設備」と兼用）

台数	2
出力	約 5,600kW（1台当たり）
起動時間	約 10秒

b. ディーゼル発電機燃料油貯油槽

(「ディーゼル発電機」, 「代替電源設備」及び「補機駆動用燃料設備」と兼用)

基 数	4
容 量	約 146kL (1基当たり)

7日間の外部電源喪失を仮定しても, 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対処するためにディーゼル発電機2台を7日間連続運転することにより必要とする電力を供給できる容量以上の燃料を敷地内のディーゼル発電機燃料油貯油槽に貯蔵する設計とする。

(iii) 蓄電池

a. 蓄電池 (非常用) (「蓄電池」及び「代替電源設備」と兼用)

型 式	鉛蓄電池
組 数	2
容 量	A蓄電池 約 2,400Ah (1組) B蓄電池 約 2,400Ah (1組)

(2) 安全設計方針

該当なし

(3) 適合性説明

(保安電源設備)

第三十三条 発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならない。

2 発電用原子炉施設には、非常用電源設備（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。

3 保安電源設備（安全施設へ電力を供給するための設備をいう。）は、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないよう、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。

4 設計基準対象施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は、それぞれ互いに独立したものであって、当該設計基準対象施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該設計基準対象施設を電力系統に連系するものでなければならない。

5 前項の電線路のうち少なくとも一回線は、設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できるものでなければならない。

6 設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の工場等の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないものでなければならない。

- 7 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。
- 8 設計基準対象施設は、他の発電用原子炉施設に属する非常用電源設備及びその附属設備から受電する場合には、当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、275kV送電線（北海道電力ネットワーク株式会社泊幹線（以下「泊幹線」という。）及び北海道電力ネットワーク株式会社後志幹線（以下「後志幹線」という。））2ルート各2回線（1号、2号及び3号炉共用、既設）及び66kV送電線（北海道電力ネットワーク株式会社泊地中支線（以下「泊地中支線」という。）（北海道電力ネットワーク株式会社泊支線（以下「泊支線」という。）及び北海道電力ネットワーク株式会社茅沼線（以下「茅沼線」という。）を一部含む。））1ルート2回線（1号、2号及び3号炉共用、一部既設）で電力系統に連系した設計とする。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

第 2 項について

発電用原子炉施設に、非常用所内電源設備として非常用交流電源設備であるディーゼル発電機及び非常用直流電源設備である蓄電池（非常用）を設ける設計とする。また、それらに必要な燃料等を備える設計とする。

【説明資料（2.1.2：P33 条-81～84）】

第 3 項について

保安電源設備（安全施設へ電力を供給するための設備をいう。）は、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機、外部電源系及び非常用所内電源系から安全施設への電力の供給が停止することがないように、発電機、外部電源、非常用所内電源設備、その他の関連する電気系統機器の短絡、地絡、母線の低電圧、過電流等を保護継電器にて検知できる設計とする。また、故障を検知した場合は、ガス絶縁開閉装置あるいはメタルクラッド開閉装置等の遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

変圧器 1 次側において 3 相のうちの 1 相の電路の開放が生じ、安全施設への電力の供給が不安定になった場合においては、自動（地絡や過電流による保護継電器の動作により）若しくは手動操作で、故障箇所の隔離又は非常用母線の健全な電源からの受電へ切り替えることにより安全施設への電力の供給の安定性を回復できる設計とする。また、送電線は複数回線との接続を確保し、巡視点検による異常の早期検知ができるよう、送電線引留部の外観確認が可能な設計とする。

なお，1相開放故障事象の知見を手順書に反映し，運転員に対して定期的に教育を実施するとともに，変圧器等の巡視点検を1日1回実施することや手動による受電切替時に，変圧器等の巡視点検を実施することで，可能な限り異常の早期検知に努める。

また，保安電源設備は，重要安全施設の機能を維持するために必要となる電力の供給が停止することがないように，以下の設計とする。

- ・ 送電線の回線数と開閉所の母線数は，供給信頼度の整合が図れた設計とし，電気系統の系統分離を考慮して，275kV母線は2母線，66kV母線は1母線で構成する。275kV送電線は母線連絡遮断器を設置したタイラインにより予備変圧器を介して又は主変圧器及び所内変圧器を介して，66kV送電線は後備変圧器を介して発電用原子炉施設へ給電する設計とするとともに発電機からの発生電力は，所内変圧器を介して発電用原子炉施設へ給電する設計とする。非常用母線を2母線確保することで，多重性を損なうことなく，系統分離を考慮して母線を構成する設計とする。
- ・ 電気系統を構成する送電線（泊幹線，後志幹線，泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。）），母線，変圧器，非常用所内電源設備，その他関連する機器については，電気学会電気規格調査会にて定められた規格（JEC），日本産業規格（JIS）等で定められた適切な仕様を選定し，信頼性の高い設計とする。

- ・ 非常用所内電源系からの受電時等の母線切替は，故障を検知した場合，自動又は手動で容易に切り替わる設計とする。

【説明資料（2.2.1：P33 条-85～116）】

第4項について

設計基準対象施設は，送受電可能な回線として，275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）2ルート各2回線（1号，2号及び3号炉共用，既設）及び受電専用の回線として66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1ルート2回線（1号，2号及び3号炉共用，一部既設）の合計3ルート6回線にて，電力系統に接続する設計とする。

275kV 送電線（泊幹線）1ルート2回線は，約67km離れた北海道電力ネットワーク株式会社西野変電所（以下「西野変電所」という。）に，275kV 送電線（後志幹線）1ルート2回線は，約66km離れた北海道電力ネットワーク株式会社西双葉開閉所（以下「西双葉開閉所」という。）に連系する。また，66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1ルート2回線は約19km離れた北海道電力ネットワーク株式会社国富変電所（以下「国富変電所」という。）に連系する設計とする。

上記3ルート6回線の送電線の独立性を確保するため，万一，送電線の上流側接続先である西野変電所が停止した場合でも，外部電源からの電力供給が可能となるよう，西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。また，西双葉開閉所が停止した場合には，西野変電所又は国富変電所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。

さらに、国富変電所が停止した場合には、西野変電所又は西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。

【説明資料（2.2.2：P33条-117～122）】

第5項について

設計基準対象施設に連系する275kV送電線（泊幹線）2回線と275kV送電線（後志幹線）2回線及び66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））2回線は、同一の送電鉄塔に架線しないよう、それぞれに送電鉄塔を備える設計とする。66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））は、一部を地中に埋設する設計とする。

また、送電線は、大規模な盛土の崩壊、大規模な地滑り、急傾斜地の崩壊による被害の最小化を図るため、鉄塔基礎の安定性を確保することで、鉄塔の倒壊を防止するとともに、台風等による強風発生時又は着氷雪の事故防止対策を図ることにより、外部電源系からの電力供給が同時に停止することのない設計とする。

さらに、275kV送電線（泊幹線及び後志幹線）と66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））の交差・近接箇所については、仮に1つの鉄塔が倒壊しても、すべての送電線が同時に機能喪失しない絶縁距離及び水平距離を確保する設計とする。

これらにより、設計基準対象施設に連系する送電線は、互いに物理的に分離した設計とする。

【説明資料（2.2.3：P33条-123～150）】

第 6 項について

設計基準対象施設に連系する送電線は、275kV 送電線 4 回線と 66kV 送電線 2 回線とで構成する設計とする。

これらの送電線は 1 回線で 3 号炉の停止に必要な電力を供給し得る容量とし、いずれの 2 回線が喪失しても、発電用原子炉施設が同時に外部電源喪失に至らない構成とする。

なお、275kV 送電線は母線連絡遮断器を設置したタイラインにより予備変圧器を介して又は主変圧器及び所内変圧器を介して、66kV 送電線は後備変圧器を介して発電用原子炉施設へ接続する設計とする。

開閉所からの送受電設備は、十分な支持性能を持つ地盤に設置するとともに、碍子は可とう性のある懸垂碍子を使用し、遮断器等は重心の低いガス絶縁開閉装置を採用する等、耐震性の高いものを使用する。さらに、防潮堤等により津波の影響を受けないエリアに設置するとともに、塩害を考慮し、開閉所を塩害の影響の小さい陸側後背地へ設置するとともに、送電線引留部の碍子に対しては、遮風建屋内に絶縁性能が高いポリマー碍管を設置し、遮断器等に対しては、電路がタンクに内包されているガス絶縁開閉装置を採用する設計とする。

【説明資料（2.1.1：P33 条-77～80）

（2.2.4：P33 条-151～175）】

第7項について

ディーゼル発電機及びその附属設備は、多重性及び独立性を考慮して、必要な容量のものを各々別の場所に2台備え、共通要因により機能が喪失しない設計とするとともに、各々非常用高圧母線に接続する。

蓄電池は、非常用2系統をそれぞれ異なる区画に設置し、多重性及び独立性を確保し共通要因により機能が喪失しない設計とする。

これらにより、その系統を構成する機器又は器具の単一故障が発生した場合にも、機能が確保される設計とする。

7日間の外部電源喪失を仮定しても、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対処するためにディーゼル発電機2台を7日間連続運転することにより必要とする電力を供給できる容量以上の燃料を敷地内のディーゼル発電機燃料油貯油槽に貯蔵する設計とする。

【説明資料（2.3.1：P33条-176～190）】

第8項について

設計基準事故時において、発電用原子炉施設に属する非常用所内電源設備及びその附属設備は、発電用原子炉ごとに単独で設置し、他の発電用原子炉施設と共用しない設計とする。

【説明資料（2.3.2：P33条-191～196）】

1.3 気象等

該当なし

1.4 設備等（手順等含む）

10. その他発電用原子炉の附属施設

10.1 非常用電源設備

10.1.1 通常運転時等

10.1.1.1 概要

発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系する設計とする。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

非常用の所内高圧母線は2母線で構成し、予備変圧器，所内変圧器，非常用交流電源設備であるディーゼル発電機及び後備変圧器のいずれからも受電できる設計とする。

非常用の所内低圧母線は4母線で構成し、非常用高圧母線から動力変圧器を通して受電する。

所内機器は、工学的安全施設に関係する機器とその他の一般機器に分類する。工学的安全施設に関係する機器は非常用母線に、その他の一般機器は原則として常用母線に接続する。所内機器で2台以上設置するものは、単一の所内母線の故障があっても、全部の機器電源が喪失しないよう2母線以上に分割接続し、所内電力供給の安定を図る。

安全保護系及び工学的安全施設に関係する機器は、単一の非常用母線の故障があっても、他の系統に波及して多重性を損なうことがないように系統ごとに分離して非常用母線に接続する。

2台のディーゼル発電機は、275kV送電線が停電した場合にそ

れぞれの非常用母線に電力を供給する。1台のディーゼル発電機が作動しないと仮定した場合でも燃料体及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えることなく炉心を冷却でき、あるいは、原子炉冷却材喪失事故時にも炉心の冷却とともに、原子炉格納容器等安全上重要な系統機器の機能を確保できる容量と機能を有する設計とする。

また、発電所の安全に必要な直流電源を確保するため蓄電池（非常用）を設置し、安定した交流電源を必要とするものに対しては、非常用の無停電電源装置を設置する。非常用直流電源設備は、非常用所内電源系として125V 2系統から構成し、2系統のうち1系統が故障しても発電用原子炉の安全性は確保できる設計とする。

発電機、外部電源、非常用所内電源設備、その他の関連する電気系統機器の短絡、地絡、母線の低電圧、過電流等を検知できる設計とし、検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

また、非常用所内電源設備からの受電時に、容易に母線切替操作が可能な設計とする。

【説明資料（2.1.2：P33条-81～84）】

10.1.1.2 設計方針

10.1.1.2.1 非常用所内電源系

安全上重要な構築物、系統及び機器の安全機能を確保するため非常用所内電源系を設ける。安全上重要な系統及び機器へ電

力を供給する電気施設は，その電力の供給が停止することがないように，発電機，外部電源，非常用所内電源設備，その他の関連する電気系統機器の短絡，地絡，母線の低電圧，過電流等を検知できる設計とし，検知した場合には，遮断器により故障箇所を隔離することによって，故障による影響を局所化できるとともに，他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

また，非常用所内電源設備からの受電時に，容易に母線切替操作が可能な設計とする。

【説明資料（2.2.1.1：P33条-85～111）

（2.1.2：P33条-81～84）】

非常用所内電源系である非常用所内電源設備及びその附属設備は，多重性及び独立性を確保し，その系統を構成する機器又は器具の単一故障が発生した場合であっても，運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において発電用原子炉の安全性が確保できる設計とする。

【説明資料（2.3.1.1：P33条-176～179）

（2.3.1.2：P33条-180～188）】

非常用所内電源系のうち非常用交流電源設備であるディーゼル発電機については，燃料体及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えることなく炉心を冷却でき，あるいは，原子炉冷却材喪失事故時にも炉心の冷却とともに，原子炉格納容器等安全上重要な系統機器の機能を確保できる容量と機能を有する設計とする。

また、7日間の外部電源喪失を仮定しても、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対処するためにディーゼル発電機2台を7日間連続運転することにより必要とする電力を供給できる容量以上の燃料を敷地内のディーゼル発電機燃料油貯油槽に貯蔵する設計とする。

【説明資料（2.3.1.3：P33条-189～190）】

10.1.1.2.2 全交流動力電源喪失

発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が常設代替交流電源設備から開始されるまでの約55分を包絡した約8時間に対し、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する非常用直流電源設備である蓄電池（非常用）を設ける設計とする。

【説明資料（2.3.1.2：P33条-180～188）】

10.1.1.3 主要設備の仕様

主要設備の仕様を第10.1.1表から第10.1.5表に示す。

10.1.1.4 主要設備

10.1.1.4.1 所内高圧系統

非常用の所内高圧系統は、6.6kVで第10.1.1図に示すように2母線で構成する。

非常用高圧母線（6-A, 6-B）

予備変圧器，所内変圧器，ディーゼル発電機，後備変圧器から受電する母線

これらの母線は，母線ごとに一連のメタルクラッド開閉装置で構成し遮断器には真空遮断器を使用する。故障を検知した場合には，遮断器により故障箇所を隔離することによって，故障による影響を局所化できるとともに，他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

非常用高圧母線のメタルクラッド開閉装置は，耐震性を有した原子炉補助建屋内に設置する。

非常用高圧母線には，工学的安全施設に関係する機器を振り分ける。

通常時，275kV送電線から予備変圧器を介して，予備変圧器から受電できなくなった場合には，所内変圧器を介して非常用高圧母線に給電する。また，所内変圧器から受電できなくなった場合には，ディーゼル発電機から非常用高圧母線に給電する。さらに，ディーゼル発電機から受電できない場合には，66kV送電線から後備変圧器を介して非常用高圧母線に給電する設計とする。

【説明資料（2.1.2：P33条-81～84）】

10.1.1.4.2 所内低圧系統

非常用の所内低圧系統は，440Vで第10.1.1図に示すように4母線で構成する。

非常用低圧母線（4-A1, 4-A2, 4-B1, 4-B2）

非常用高圧母線から動力変圧器を通して受電する母線

これらの母線は、母線ごとに一連のキュービクルで構成し、遮断器は配線用遮断器を使用する。故障を検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

非常用低圧母線のパワーコントロールセンタは、耐震性を有した原子炉補助建屋内に設置する。

工学的安全施設に係る機器を接続している非常用低圧母線には、非常用高圧母線から動力変圧器を通して降圧し給電する。通常時、275kV送電線から予備変圧器を介して、予備変圧器から受電できなくなった場合には、所内変圧器を介して非常用高圧母線を通して非常用低圧母線に給電する。

また、所内変圧器から受電できなくなった場合には、ディーゼル発電機から非常用高圧母線を通して非常用低圧母線に給電する。さらに、ディーゼル発電機から受電できない場合には、66kV送電線から後備変圧器を介して非常用高圧母線を通して非常用低圧母線に給電する設計とする。

【説明資料（2.1.2：P33条-81～84）】

10.1.1.4.3 ディーゼル発電機

ディーゼル発電機は、275kV外部電源が喪失した場合には発電用原子炉を安全に停止するために必要な電力を供給し、また、275kV外部電源が喪失し同時に原子炉冷却材喪失が発生した場合には工学的安全施設作動のための電力も供給する。

ディーゼル発電機は多重性を考慮して、2台を備え、各々非常用高圧母線に接続する。各ディーゼル発電設備は、耐震性を有したディーゼル発電機建屋内又は周辺補機棟内のそれぞれ独立した部屋に設置する。

【説明資料（2.3.1.1：P33条-176～179）】

非常用高圧母線が停電若しくは原子炉冷却材喪失事故が発生すると、ディーゼル発電機が起動する。

非常用高圧母線が停電した場合には、非常用高圧母線に接続される負荷は、動力変圧器を除いてすべて遮断される。

その後、ディーゼル発電機電圧及び周波数が定格値になると、ディーゼル発電機は非常用高圧母線に自動的に接続され、発電用原子炉を安全に停止するために必要な負荷が自動的に投入される。

原子炉冷却材喪失事故によりディーゼル発電機が起動した場合で、非常用高圧母線が停電していない場合は、ディーゼル発電機は待機運転状態となり、手動で停止するまで運転を継続する。

また、原子炉冷却材喪失事故と外部電源喪失が同時に起こった場合、ディーゼル発電機に工学的安全施設に関する負荷が自動的に投入される。

また、7日間の外部電源喪失を仮定しても、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対処するためにディーゼル発電機2台を7日間連続運転できる燃料貯蔵設備を発電所内に設ける。

外部電源喪失のみが発生した場合，各ディーゼル発電機に接続する主要な負荷は次のとおりである。

充てんポンプ	1台
制御用空気圧縮機	1台
安全補機開閉器室給気ファン	1台
中央制御室給気ファン	1台
中央制御室循環ファン	1台
原子炉補機冷却水ポンプ	2台
電動補助給水ポンプ	1台
原子炉補機冷却海水ポンプ	2台
空調用冷凍機	2台
格納容器再循環ファン	2台
制御棒駆動装置冷却ファン	1台
原子炉容器室冷却ファン	1台
軸受冷却水ポンプ	1台

上記以外にも，必要に応じて負荷を接続できる。

また，原子炉冷却材喪失事故と外部電源喪失が同時に発生した場合，各ディーゼル発電機に接続する主要な負荷は次のとおりである。

原子炉格納容器隔離弁等	数十台
アニュラス空気浄化ファン	1台
中央制御室給気ファン	1台
中央制御室循環ファン	1台
中央制御室非常用循環ファン	1台
高圧注入ポンプ	1台

余熱除去ポンプ	1台
安全補機開閉器室給気ファン	1台
原子炉補機冷却水ポンプ	1台
電動補助給水ポンプ	1台
原子炉補機冷却海水ポンプ	1台
格納容器スプレイポンプ	1台
制御用空気圧縮機	1台
空調用冷凍機	2台

上記以外にも、必要に応じて負荷を接続できる。

なお、格納容器スプレイポンプは、原子炉格納容器スプレイ作動信号が発信した場合に接続する。

ディーゼル発電機の負荷が最も大きくなる外部電源喪失又は原子炉冷却材喪失事故と外部電源喪失が同時に起こった場合の負荷曲線例を第 10.1.2 図に示す。

【説明資料（2.3.1.2：P33 条-180～188）】

10.1.1.4.4 直流電源設備

非常用直流電源設備は、第 10.1.3 図に示すように、非常用所内電源系として、直流 125V 2 系統（A 系，B 系）から構成する。

非常用所内電源系の直流 125V 系統は、非常用低圧母線に接続される充電器 2 台，蓄電池（非常用）2 組，直流コントロールセンタ 2 台等を設ける。これらの 2 系統のうち 1 系統が故障しても発電用原子炉の安全性は確保できる。また、これらの系統は、多重性及び独立性を確保することにより、共通要因によ

り同時に機能が喪失することのない設計とする。直流母線は125Vであり、非常用直流電源設備2組の電源の負荷は、工学的安全施設等の遮断器操作回路、タービン動補助給水ポンプ起動盤、電磁弁、非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）等である。

蓄電池（非常用）はA蓄電池（A系）及びB蓄電池（B系）の2組で構成し、据置型蓄電池でそれぞれ異なる区画に設置され独立したものであり、非常用低圧母線に接続された充電器で浮動充電する。

また、蓄電池（非常用）の容量は1組当たり約2,400Ahであり、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を一定時間冷却するための設備が動作するとともに原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの動作に必要な容量を有している。

この容量は、例えば、発電用原子炉が停止した際に遮断器の開放動作を行うメタルクラッド開閉装置、発電用原子炉停止後の炉心冷却のためのタービン動補助給水ポンプ起動盤（タービン動補助給水ポンプ非常用油ポンプ、タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気入口弁等）、発電用原子炉の停止、冷却、原子炉格納容器の健全性を確認できる計器に電源供給を行う非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）、その他制御盤の待機電力等の負荷へ電源供給を行った場合においても、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が常設代替交流電源設備から開始されるまでの約55分を包絡した約8時間以上電源供給が可能な容量である。

【説明資料（2.1：P14条-16～18）

（2.4.1：P14条-47～52）】

10.1.1.4.5 計測制御用電源設備

非常用の計測制御用電源設備は、第10.1.4図に示すように、計装用交流母線100V 8母線で構成する。

計装用交流母線は、4系統に分離独立させ、それぞれ非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）から給電する。

非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）は、外部電源喪失及び全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するため、非常用直流電源設備である蓄電池（非常用）から電力が供給されることにより、非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）内の変換器を介し直流を交流へ変換し、計装用交流母線に対し電力供給を確保する。非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）は、炉外核計装の監視による発電用原子炉の安全停止状態及び未臨界の維持状態の確認、1次冷却材温度等の監視による発電用原子炉の冷却状態の確認並びに原子炉格納容器圧力及び格納容器内温度の監視による原子炉格納容器の健全性の確認のため、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が常設代替交流電源設備から開始されるまでの約55分間を包絡した約8時間、電源供給が可能である。

原子炉保護設備等の重要度の特に高い安全機能を有する設備に関する負荷は、非常用の計装用交流母線に接続する。多重チャンネル構成の原子炉保護設備への給電は、チャンネルごと

に分離し，独立性を確保する。

なお，非常用の計装用交流母線のうち4母線は，非常用低圧母線に接続された計装用後備変圧器からも給電できる。

【説明資料（2.1：P14条-16～18）（2.2：P14条-19～45）
（2.4.1：P14条-47～52）】

10.1.1.4.6 ケーブル及び電線路

安全保護系並びに工学的安全施設に関係する動力回路，制御回路及び計装回路のケーブルは，その多重性及び独立性を確保するため，それぞれ相互に分離したケーブルトレイ，電線管を使用して敷設し，相互に独立性を侵害することのないようにする。また，これらのケーブル，ケーブルトレイ，電線管材料には不燃性又は難燃性のものを使用する設計とする。さらに，ケーブルトレイ等が障壁を貫通する場合は，火災対策上，障壁効果を減少させないような構造とする。

また，格納容器電線貫通部は，原子炉冷却材喪失事故時の環境条件に適合するものを使用する。

【説明資料（2.3.1.1：P33条-176～179）】

10.1.1.4.7 母線切替

通常運転時は，275kV送電線4回線を使用して運転するが，275kV送電線1回線停止時でも本発電所の全発生電力を送電し得る容量がある。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

発電機，外部電源，非常用所内電源設備，その他の関連する電気系統機器の短絡，地絡，母線の低電圧，過電流等を検知できる設計とし，検知した場合には，遮断器により故障箇所を隔離することによって，故障による影響を局所化できるとともに，他の安全機能への影響を限定できる構成とする。

【説明資料（2.1.2：P33条-81～84）】

また，275kV送電線がすべて停止するような場合，発電用原子炉を安全に停止するために必要な所内電力は，ディーゼル発電機又は66kV送電線から受電する設計とする。

【説明資料（2.2.1.2：P33条-112～116）】

(1) 所内変圧器への切替

非常用高圧母線は，通常時は275kV送電線から予備変圧器を通して電力を供給するが，予備変圧器回路の故障等により予備変圧器からの電力が喪失し，所内変圧器回路に電圧がある場合，所内変圧器から受電して，発電所の安全停止に必要な補機を運転する。本切替は自動又は中央制御室での手動操作であり容易に実施可能である。

(2) ディーゼル発電機への切替

非常用高圧母線が予備変圧器及び所内変圧器を介した受電ができなくなった場合には，非常用高圧母線に接続された負荷は，動力変圧器を除いてすべて遮断される。ディーゼル発電機は，自動起動し電圧及び周波数が定格値になると，非常用高圧母線に自動的に接続され，発電用原子炉の停止に必要な負荷が

自動的に順次投入される。

【説明資料（2.2.1.2：P33条-112～116）】

(3) 275kV送電線又は66kV送電線電圧回復後の切替

ディーゼル発電機で所内負荷運転中、275kV送電線又は66kV送電線の電圧が回復すれば、ディーゼル発電機を外部電源に同期並列させる設計とする。275kV送電線電圧回復の場合は無停電切替（手動）で所内負荷を元の状態にもどし、66kV送電線電圧回復の場合は無停電切替（手動）で発電用原子炉を安全に停止するために必要な所内電力を受電する設計とする。

【説明資料（2.2.1.2：P33条-112～116）】

(4) 計装用交流母線の切替

非常用の計測制御用電源設備のうち4母線には、2台の計装用後備変圧器を設け、440V交流電源に切り替えることができる。

10.1.1.5 試験検査

10.1.1.5.1 ディーゼル発電機

(1) 手動起動試験

ディーゼル発電機は、定期的に手動で起動し、非常用高压母線に接続して、定格負荷をかけた状態で、健全性を確認する。

(2) 自動起動試験

発電用原子炉停止時に、非常用高压母線低電圧信号及び非常用炉心冷却設備作動信号を模擬し、信号発信後10秒以内

に電圧が確立することを確認する。

10.1.1.5.2 蓄電池（非常用）

蓄電池（非常用）は、定期的に巡視点検、電解液面の検査と補水、電解液の比重とセル電圧の測定及び浮動充電電圧の測定を行い、機器の健全性や、浮動充電状態にあることを確認する。

10.1.1.6 手順等

非常用電源設備は、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- (1) 電気設備に要求される機能を維持するため、適切に保守管理を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (2) 電気設備に係る保守管理に関する教育を実施する。

10.3 常用電源設備

10.3.1 概要

設計基準対象施設は、275kV送電線（泊幹線）1ルート2回線にて、約67km離れた西野変電所に、275kV送電線（後志幹線）1ルート2回線にて、約66km離れた西双葉開閉所に連系する。また、66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1ルート2回線にて、約19km離れた国富変電所に連系する設計とする。

上記3ルート6回線の送電線の独立性を確保するため、万一、送電線の上流側接続先である西野変電所が停止した場合でも、外部電源系からの電力供給が可能となるよう、西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。また、西双葉開閉所が停止した場合には、西野変電所又は国富変電所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。さらに、国富変電所が停止した場合には、西野変電所又は西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。

これら送電線は、発電所を安全に停止するために必要な電力を供給可能な容量とする。

275kV送電線4回線は、1回線停止時でも本発電所の全発生電力を送電し得る能力がある。

通常運転時には、所内電力は、主として発電機から所内変圧器を通して受電するが、275kV送電線より受電する主変圧器及び所内変圧器を通して又は予備変圧器を通して受電することができる。

常用高圧母線は3母線で構成し、所内変圧器又は予備変圧器から受電できる設計とする。

常用低圧母線は5母線で構成し、常用高圧母線から動力変圧器を通して受電できる設計とする。

所内機器で2台以上設置するものは、非常用、常用共に、各母線に分割接続し、所内電力供給の安定を図る。

また、必要な直流電源を確保するため蓄電池(常用)を設置し、安定した交流電源を必要とするものに対しては無停電電源装置を設置する。

直流電源設備は、常用所内電源系として直流125V 2系統で構成する。

【説明資料(2.1.1:P33条-77~80)】

10.3.2 設計方針

10.3.2.1 外部電源系

重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、外部電源系を設ける。重要安全施設へ電力を供給する電気施設は、その電力の供給が停止することがないように、送電線の回線数と開閉所の母線数は、供給信頼度の整合が図れた設計とし、電気系統の系統分離を考慮して、275kV母線を2母線、66kV母線を1母線で構成する設計とする。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

また、発電機、外部電源系、非常用所内電源系、その他の関連する電気系統の機器の短絡、地絡、母線の低電圧、過電流、変圧器1次側における1相開放故障等を検知できる設計とし、検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる構成とする。

【説明資料（2.2.1：P33条-85～116）】

さらに、変圧器1次側において3相のうちの1相の電路の開放が生じ、安全施設への電力の供給が不安定になった場合においては、自動（地絡や過電流による保護継電器の動作により）若しくは手動操作で、故障箇所の隔離又は非常用母線の健全な電源からの受電へ切り替えることにより安全施設への電力の供給の安定性を回復できる設計とする。

なお，1相開放故障事象の知見を手順書に反映し，運転員に対して定期的に教育を実施するとともに，変圧器等の巡視点検を1日1回実施することや手動による受電切替時に，変圧器等の巡視点検を実施することで，可能な限り異常の早期検知に努める。

【説明資料（2.2.1.2：P33条-112～116）】

外部電源系の少なくとも2回線は，それぞれ独立した送電線により電力系統に連系させるため，万一，送電線の上流側接続先である西野変電所が停止した場合でも，外部電源系からの電力供給が可能となるよう，西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。また，西双葉開閉所が停止した場合には，西野変電所又は国富変電所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。さらに，国富変電所が停止した場合には，西野変電所又は西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。

少なくとも1回線は他の回線と物理的に分離された設計とし，すべての送電線が同一鉄塔等に架線されない設計とすることにより，これらの発電用原子炉施設への電力供給が同時に停止しない設計とする。

さらに，いずれの2回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力供給が同時に停止しない設計とする。

【説明資料（2.2.2：P33条-117～122）】

開閉所及び送受電設備は、十分な支持性能を持つ地盤に設置する。

碍子、遮断器等は耐震性の高いものを使用する。さらに、防潮堤等により津波の影響を受けないエリアに設置するとともに、塩害を考慮した設計とする。

【説明資料（2.2.4.2：P33条-156～175）】

10.3.3 主要設備の仕様

主要仕様を第 10.1.1 表、第 10.1.2 表、第 10.1.4 表、第 10.1.5 表及び第 10.3.1 表から第 10.3.4 表に示す。

10.3.4 主要設備

10.3.4.1 送電線（1号，2号及び3号炉共用，一部既設，非常用電源設備と兼用）

発電所は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、第 10.3.1 図に示すとおり、送受電可能な回線として 275kV 送電線（泊幹線）1 ルート 2 回線，275kV 送電線（後志幹線）1 ルート 2 回線及び受電専用の回線として 66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1 ルート 2 回線の合計 3 ルート 6 回線で電力系統に連系する設計とする。

275kV 送電線（泊幹線）は、約 67km 離れた西野変電所に、275kV 送電線（後志幹線）は約 66km 離れた西双葉開閉所に連系する。

また、66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含

む。)) は約 19km 離れた国富変電所に連系する設計とする。

【説明資料 (2.1.1 : P33 条-77~80)】

万一、西野変電所が停止した場合でも、外部電源系からの電力供給が可能となるよう、西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。また、西双葉開閉所が停止した場合には、西野変電所又は国富変電所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。さらに、国富変電所が停止した場合には、西野変電所又は西双葉開閉所を経由するルートで本発電所に電力を供給することが可能な設計とする。

送電線は、1回線で重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を供給できる容量を選定するとともに、常時、重要安全施設に連系する 275kV 送電線は、系統事故による停電の減少を図るためタイラインにて接続とする。

【説明資料 (2.1.1 : P33 条-77~80)】

275kV 送電線については、短絡、地絡検出用保護装置を 2 系列設置することにより、多重化を図る設計とする。また、送電線両端の発電所、変電所及び開閉所の送電線引出口に遮断器を配置し、送電線で短絡、地絡等の故障が発生した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

また、送電線 1 相の開放が生じた際には、275kV 送電線は送

受電時、66kV 送電線は受電している場合、保護装置による自動検知又は人的な検知（巡視点検等）を加えることで、一部の保護継電器等による検知が期待できない箇所での 1 相開放故障の発見や、その兆候を早期に発見できる可能性を高めることとしている。

なお、1 相開放故障事象の知見を手順書に反映し、運転員に対して定期的に教育を実施するとともに、変圧器等の巡視点検を 1 日 1 回実施することや手動による受電切替時に、変圧器等の巡視点検を実施することで、可能な限り異常の早期検知に努める。

【説明資料（2.2.1.1：P33 条-85～111）】

設計基準対象施設に連系する 275kV 送電線（泊幹線）1 ルート 2 回線と 275kV 送電線（後志幹線）1 ルート 2 回線及び 66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1 ルート 2 回線は、同一の送電鉄塔に架線しないよう、それぞれに送電鉄塔を備える設計とする。66kV 送電線（泊地中支線）は地中に埋設する設計とする。

【説明資料（2.2.3.1：P33 条-123～140）】

また、送電線は、大規模な盛土の崩壊、大規模な地滑り、急傾斜地の崩壊による被害の最小化を図るため、鉄塔基礎の安定性を確保することで、鉄塔の倒壊を防止するとともに、台風等による強風発生時又は冬期の着氷雪による事故防止対策を図ることにより、外部電源系からの電力供給が同時に停止するこ

とのない設計とする。

さらに、275kV送電線（泊幹線及び後志幹線）と66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））の交差・近接箇所については、仮に1つの鉄塔が倒壊しても、すべての送電線が同時に機能喪失しない絶縁距離及び水平距離を確保する設計とする。

これらにより、設計基準対象施設に連系する送電線は、互いに物理的に分離した設計である。

【説明資料（2.2.3.2：P33条-141～150）】

10.3.4.2 開閉所（275kV開閉所（1号、2号及び3号炉共用、既設）、66kV開閉所（後備用））

275kV開閉所は、第10.3.2図に示すように、275kV送電線と主変圧器及び予備変圧器を連系する遮断器、断路器、避雷器、計器用変圧器、計器用変流器、275kV母線等で構成する。66kV開閉所（後備用）は、66kV送電線と後備変圧器を連系する遮断器、断路器、避雷器、計器用変圧器、計器用変流器、66kV母線等で構成する設計とする。

故障を検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

また、開閉所は地盤の不等沈下や傾斜等が起きないような十分な支持性能を持つ場所に設置し、かつ津波の影響を考慮した設計とする。

碍子、遮断器等は耐震性の高い懸垂碍子及びガス絶縁開閉装

置を使用する設計とする。

塩害を考慮し、開閉所を塩害の影響の小さい陸側後背地へ設置するとともに、送電線引留部の碍子に対しては、遮風建屋内に絶縁性能の高いポリマー碍管を設置し、遮断器等に対しては電路がタンクに内包されているガス絶縁開閉装置を採用する設計とする。

【説明資料（2.2.4.2：P33条-156～175）】

10.3.4.3 発電機及び励磁装置

発電機は約 1,020,000kVA, 約 1,500min⁻¹ の蒸気タービン直結の横置・円筒回転界磁形・全閉自力通風・三相同期交流発電機で励磁装置はブラシレス励磁方式である。発電機の回転子は水素ガス内部冷却で、固定子は水及び水素ガスで冷却する。

また、発電機主回路には、発電機負荷開閉器を設置する。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.4 変圧器

本発電用原子炉施設では、次のような変圧器を使用する。

主変圧器・・・発電機並列中は、発電機電圧（21kV）を 275kV 開閉所電圧（275kV）に昇圧する。また、発電機解列中は、275kV 開閉所電圧（275kV）を発電機電圧（21kV）に降圧する。

所内変圧器・・・発電機電圧（21kV）を所内高圧母線電圧（6.6kV）に降圧する。

予備変圧器・・・275kV 開閉所電圧（275kV）を所内高圧母線電圧（6.6kV）に降圧する。

動力変圧器・・・所内高圧母線電圧（6.6kV）を所内低圧母線電圧（440V）に降圧する。

後備変圧器・・・66kV 開閉所電圧（66kV）を所内高圧母線電圧（6.6kV）に降圧する。

発電機の発生電力は、主変圧器を通して 275kV 開閉所に送る。所内電力は、通常運転時は発電機から 1 台の所内変圧器を通して又は 275kV 開閉所から予備変圧器を通して供給するが、発電用原子炉の起動又は停止中は、275kV 開閉所から 1 台の主変圧器及び所内変圧器を通して又は予備変圧器を通して供給する。また、66kV 送電線は、後備変圧器を通して受電する設計とする。

【説明資料（2.1.1：P33 条-77～80）】

10.3.4.5 所内高圧系統

常用の所内高圧系統は、6.6kV で第 10.1.1 図に示すように常用 3 母線で構成する。

常用高圧母線（6-C1, 6-C2, 6-D）

所内変圧器又は予備変圧器から受電する母線

これらの母線は、母線ごとに一連のメタルクラッド開閉装置で構成し、遮断器には真空遮断器を使用する。故障を検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

常用高圧母線のメタルクラッド開閉装置は、電気建屋内に設置する。

常用高圧母線には、通常運転時に必要な負荷を振り分け、これらの母線は、通常時は、所内変圧器から受電するが、所内変圧器から受電できなくなった場合には、予備変圧器から受電する。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.6 所内低圧系統

常用の所内低圧系統は、440Vで第10.1.1図に示すように常用5母線で構成する。

常用低圧母線（4-C1, 4-C2, 4-D1, 4-D2, 4-E）

常用高圧母線から動力変圧器を通して受電する母線

これらの母線は、母線ごとに一連のキュービクルで構成し、遮断器は配線用遮断器を使用する。故障を検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

常用低圧母線のパワーコントロールセンタは、電気建屋内に設置する。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.7 所内機器

所内機器で2台以上設置するものは、単一の所内母線の故障があっても、全部の機器電源が喪失しないよう2母線以上に分

割接続し，所内電力供給の安定を図る。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.8 直流電源設備

常用直流電源設備は，第 10.1.3 図に示すように，常用所内電源系として，直流 125V 2 系統（C 1 系，C 2 系）から構成する。常用所内電源系の直流 125V 系統は，非常用低圧母線に接続される充電器 2 台，蓄電池（常用）2 組，直流コントロールセンタ 2 台等を設ける。直流母線は 125V であり，うち蓄電池（常用）2 組の電源の負荷は，常用の計装用インバータ（無停電電源装置），タービンの非常用油ポンプ，発電機の非常用密封油ポンプ，電磁弁等である。

これらすべての蓄電池は，据置型蓄電池で独立したものであり，非常用低圧母線に接続された充電器により浮動充電される。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.9 計測制御用電源設備

常用の計測制御用電源設備は，第 10.1.4 図に示すように，計装用交流母線 100V 8 母線及び計装用後備母線 100V 5 母線で構成する。

計装用交流母線は，常用の計装用インバータ（無停電電源装置）又は計装用定電圧装置から，計装用後備母線は，常用の計装用後備定電圧装置又は計装用後備変圧器から給電する。

常用の計装用インバータ（無停電電源装置）は，外部電源喪失及び全交流動力電源喪失により交流入力喪失しても，常用

直流電源設備である蓄電池（常用）から電力が供給されることにより，常用の計装用インバータ（無停電電源装置）内の変換器を介し直流を交流へ変換し，計装用交流母線に対し電力供給を確保する。

なお，常用の計装用交流母線のうち3母線は，非常用低圧母線に接続された計装用後備定電圧装置から，2母線は，非常用低圧母線に接続された計装用後備変圧器からも給電できる。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.10 制御棒駆動装置用電源設備

制御棒駆動装置用電源設備は，M-Gセットを使用する。

M-Gセットは，100%容量のものを2台備え，各々別個に440V常用低圧母線から給電する。また，モータにはフライホイールを取り付け，瞬間的な電力変動による発電機出力のじょう乱を極力抑制し，制御棒駆動装置用電源の確保を図る。

10.3.4.11 作業用電源設備

作業用電源としては440V常用低圧母線から変圧器を通して，交流200V及び100Vに変圧し，給電する。

また，分電盤，スイッチ，コンセント等を所要場所に設置する。

10.3.4.12 ケーブル及び電線路

動力回路，制御回路及び計装回路のケーブルは，それぞれ相互に分離したケーブルトレイ，電線管を使用して敷設する。

また、これらのケーブル、ケーブルトレイ、電線管材料には不燃性材料又は難燃性材料のものを使用する設計とする。

さらに、ケーブルトレイ等が障壁を貫通する場合は、火災対策上、障壁効果を減少させないような構造とする。また、格納容器電線貫通部は、原子炉冷却材喪失時の環境条件に適合するものを使用する。

【説明資料（2.1.1：P33条-77～80）】

10.3.4.13 母線切替

通常運転時は、275kV送電線4回線を使用して運転するが、275kV送電線1回線停止時でも本発電所の全発生電力を送電し得る容量がある。

発電機、外部電源、非常用所内電源設備、その他の関連する電気系統機器の短絡、地絡、母線の低電圧、過電流等を検知できる設計とし、検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離することによって、故障による影響を局所化できるとともに、他の安全機能への影響を限定できる構成とする。

(1) 予備変圧器への切替

常用高圧母線は、通常運転時は発電機から所内変圧器を通して、発電用原子炉の停止時は275kV送電線より受電する主変圧器及び所内変圧器を通して電力を供給するが、所内変圧器回路の故障時には、予備変圧器を通して受電するように切り替える。本切替は自動又は中央制御室での手動操作であり容易に実施

可能である。

【説明資料（2.2.1.2：P33条-112～116）】

10.3.5 試験検査

10.3.5.1 蓄電池（常用）

蓄電池（常用）は、定期的に巡視点検、セル電圧の測定及び浮動充電電圧の測定を行い、機器の健全性や、浮動充電状態にあること等を確認する。

10.3.6 手順等

常用電源設備は、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- (1) 外部電源系統切替を実施する際は、手順を定め、給電運用担当箇所と連携を図り確実に操作を実施する。
- (2) 電気設備の塩害による汚損、劣化を監視するためポリマー罫管の漏れ電流測定を実施する。また、罫子の汚損が激しい場合は、罫子の清掃を実施する。
- (3) 変圧器1次側において1相開放を検知した場合、故障箇所の隔離又は非常用母線を健全な電源から受電できるよう切替えを実施する。
- (4) 変圧器1次側における1相開放事象への対応として、送電線は複数回線との接続を確保し、送電線引留部の巡視点検を実施する。
- (5) 電気設備に要求される機能を維持するため、適切に保守管理を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。

(6) 電気設備に係る保守管理に関する教育を実施する。

第 10.1.1 表 メタルクラッド開閉装置の主要仕様 (1/2)

構成及び仕様

項目	受電盤	き電盤	計器用変圧器盤
型式	屋内用鋼板製単位閉鎖垂直自立型		
台数	16	51	10
定格電圧	7.2kV		
電気方式	50Hz	3相	3線 変圧器接地式
電源引込方式	バスダクト又はケーブルによる		
フィーダ引出方式	ケーブルによる		
母線電流容量	3,150A	2,000A	1,200A

遮断器

項目	受電用	き電用
型式	真空遮断器	
台数	16	51
極数	3極	
操作方式	バネ投入操作 (DC125V)	
定格耐電圧	定格雷インパルス耐電圧：60kV 定格短時間商用周波耐電圧：22kV	
定格電圧	7.2kV	
定格電流	3,150A	2,000A 1,200A
定格遮断電流	44kA	
定格遮断時間	5サイクル	
引きはずし自由方式	電氣的，機械的	
投入方式	バネ式	

第 10.1.1 表 メタルクラッド開閉装置の主要仕様 (2/2)

動力変圧器

項 目	非常用母線用	常用母線用
型 式	屋内用 3 相乾式変圧器	
台 数	4	5
冷 却 方 式	自 冷	
周 波 数	50Hz	
容 量	約 2,500kVA	約 2,500kVA, 約 2,300kVA
結 線	一次：星形 二次：三角形	
定 格 電 圧	一次：6.6kV (5 タップ) (6.3, 6.45, 6.6, 6.75, 6.9kV) 二次：460V	
絶 縁	H 種	

第 10.1.2 表 パワーコントロールセンタの主要仕様

構成及び仕様

項 目	き電盤	動変盤
型 式	屋内用鋼板製閉鎖垂直自立型	
台 数	47	9
定 格 電 圧	600V	
電 気 方 式	50Hz 3相 3線 非接地式	
電 源 引 込 方 式	バスダクト又はケーブルによる	
フ ィ ー ダ 引 出 方 式	ケーブルによる	
母 線 電 流 容 量	4,000A (主母線)	1,600A (分岐母線)

遮断器

項 目	き電用
型 式	配線用遮断器
台 数	127
極 数	3 極
操 作 方 式	交流操作 (AC100V)
定 格 電 圧	600V
最 大 容 量	900kVA (モータ負荷 300kW)
定 格 遮 断 電 流	50kA
引 外 し 自 由 方 式	電氣的, 機械的

第 10.1.3 表 ディーゼル発電機設備の主要仕様

(1) エンジン

形 式	4 サイクルたて形 16 気筒ディーゼル機関
台 数	2
出 力	約 5,600kW (1 台当たり)
回転速度	約 750min ⁻¹
起動方式	圧縮空気起動
起動時間	約 10 秒
使用燃料	軽油

(2) 発電機

型 式	横置・回転界磁形・三相同期発電機
台 数	2
容 量	約 7,000kVA (1 台当たり)
力 率	0.8 (遅れ)
電 圧	6.9kV
周 波 数	50Hz
回転速度	約 750min ⁻¹

(3) ディーゼル発電機燃料油貯油槽

種 類	横置円筒形
基 数	4
容 量	約 146kL (1 基当たり)
使用燃料	軽油

(4) ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ

台 数 2

容 量 約 26kL/h (1台当たり)

第 10.1.4 表 直流電源設備の主要仕様

(1) 蓄電池

非常用

型 式	鉛蓄電池	
組 数	2	
セ ル 数	A 系	60
	B 系	60
電 圧	A 系	約 130V
	B 系	約 130V
容 量	A 系	約 2,400Ah
	B 系	約 2,400Ah

常用

型 式	鉛蓄電池	
組 数	2	
セ ル 数	C 1 系	59
	C 2 系	59
電 圧	C 1 系	約 130V
	C 2 系	約 130V
容 量	C 1 系	約 2,000Ah
	C 2 系	約 2,000Ah

(2) 充電器

非常用

型 式		サイリスタ整流装置
台 数	A 系	1
	B 系	1
充電方式		浮動
冷却方式		自然冷却
交流入力	A 系	3 相 50Hz 440V
	B 系	3 相 50Hz 440V
容 量	A 系	約 131kVA
	B 系	約 131kVA
直流出力電圧	A 系	129V
	B 系	129V
直流出力電流	A 系	約 700A
	B 系	約 700A

常用

型 式		サイリスタ整流装置
台 数	C 1 系	1
	C 2 系	1
	(予備)	1)
充電方式		浮動
冷却方式		自然冷却
交流入力	C 1 系	3 相 50Hz 440V
	C 2 系	3 相 50Hz 440V

	(予備	3相 50Hz 440V)
容量	C 1系	約108kVA
	C 2系	約54kVA
	(予備	約124kVA)
直流出力電圧	C 1系	131.6V
	C 2系	131.6V
	(予備	129/131.6V)
直流出力電流	C 1系	600A
	C 2系	300A
	(予備	700A)

(3) 直流コントロールセンタ

非常用

型式		屋内用鋼板製自立形抽出式
台数		2
母線容量	A系	約600A
	B系	約600A
電圧	A系	125V
	B系	125V

常用

型式		屋内用鋼板製自立形抽出式
台数		2
母線容量	C 1系	約800A
	C 2系	約800A

電	圧	C 1 系	125V
		C 2 系	125V

第 10.1.5 表 計測制御用電源設備の主要仕様

(1) 非常用

a. 計装用インバータ（無停電電源装置）

型 式	静止型インバータ
台 数	4
容 量	約 25kVA（1 台当たり）
出力電圧	100V

b. 計装用交流母線

台 数	8
電 圧	100V

(2) 常用

a. 計装用インバータ（無停電電源装置）

型 式	静止型インバータ
台 数	3
容 量	約 60kVA（1 台当たり）
出力電圧	100V

b. 計装用定電圧装置

型 式	静止型インバータ
台 数	2
容 量	約 60kVA（1 台当たり）
出力電圧	100V

c. 計装用後備定電圧装置

型 式	静止型インバータ
台 数	1
容 量	約 180kVA
出力電圧	100V

d. 計装用後備変圧器

型 式	乾式
台 数	3
容 量	約 25kVA×2台（後備） 約 60kVA×1台（後備）
出力電圧	100V

e. 計装用交流母線

台 数	8
電 圧	100V

f. 計装用後備母線

台 数	5
電 圧	100V

第 10.3.1 表 送電線設備の主要仕様

(1) 275kV 送電線 (1号, 2号及び3号炉共用, 既設)

(「常用電源設備」及び「非常用電源設備(通常運転時等)」と兼用)

a. 後志幹線

公称電圧	275kV
回線数	2
導体サイズ	TACSR 610mm ² , 2導体
送電容量	約 1,578MW (1回線当たり)
亘長	約 66km (西双葉開閉所まで)

b. 泊幹線

公称電圧	275kV
回線数	2
導体サイズ	ACSR 1,160mm ² , 2導体
送電容量	約 1,529MW (1回線当たり)
亘長	約 67km (西野変電所まで)

(2) 66kV 送電線 (1号, 2号及び3号炉共用, 一部既設)

(「常用電源設備」及び「非常用電源設備(通常運転時等)」と兼用)

a. 泊地中支線 (泊支線及び茅沼線を一部含む。)

公称電圧	66kV
回線数	2

導体サイズ	ACSR 160mm ² , 1 導体 (架空部)
	CVT 325mm ² , 1 本 (地中部)
送電容量	約 47MW (1 回線当たり)
亘 長	約 19km (国富変電所まで)

第 10.3.2 表 開閉所設備の主要仕様

(1) 275kV 母線 (1号, 2号及び3号炉共用, 既設)

型 式	SF ₆ ガス絶縁方式
定 格 電 圧	300kV
定 格 電 流	4,000A
定格短時間耐電流	50kA 2秒

(2) 遮断器

	主変圧器用	予備変圧器用	送電線用	母線連絡用	後備変圧器用
台 数	1	1	4	4	1
定 格 電 圧	300kV	300kV	300kV	300kV	72kV
定 格 電 流	4,000A	2,000A	4,000A	4,000A	800A
定格遮断電流	40kA	50kA	40kA	40kA	25kA
備 考	—	—	1号, 2号及び3号炉 共用, 既設		—

第 10.3.3 表 発電機，励磁装置及び発電機負荷開閉器の主要仕様

(1) 発電機

型 式	横置・円筒回転界磁形・全閉自力通風・三相同期発電機	
台 数	1	
容 量	約 1,020,000kVA	
力 率	0.9 (遅れ)	
電 圧	21kV	
相	3	
周 波 数	50Hz	
回 転 速 度	約 1,500min ⁻¹	
結 線 法	星形	
冷 却 法	固定子	水及び水素ガス冷却
	回転子	水素ガス内部冷却

(2) 励磁装置

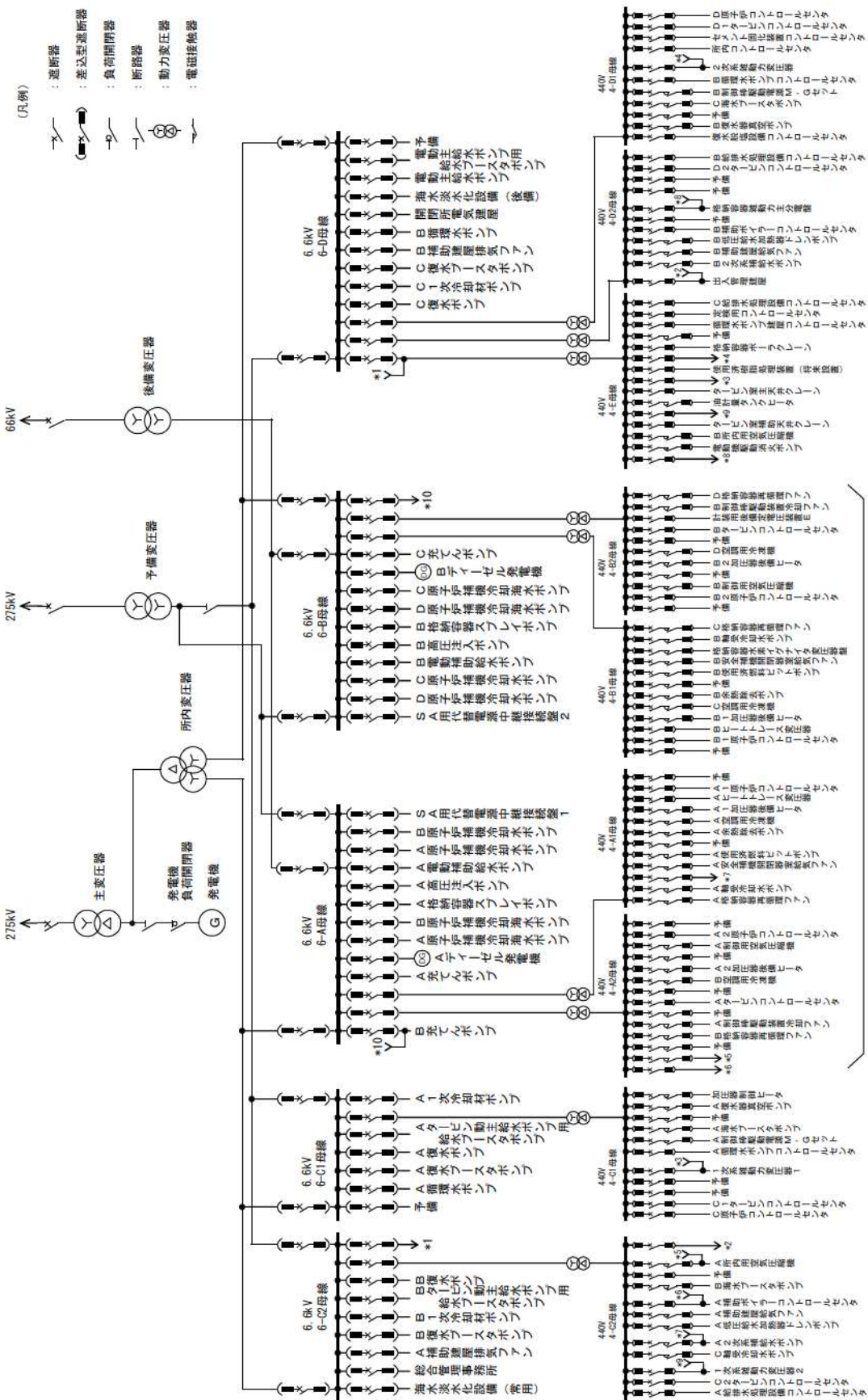
名 称	主励磁機	副励磁機
型 式	ブラシレス励磁機	永久磁石回転界磁形
台 数	1	1
容 量	4,600kW	60kVA
電 圧	DC470V	AC105V
回 転 速 度	1,500min ⁻¹	1,500min ⁻¹
駆 動 方 式	発電機と直結	発電機と直結

(3) 発電機負荷開閉器

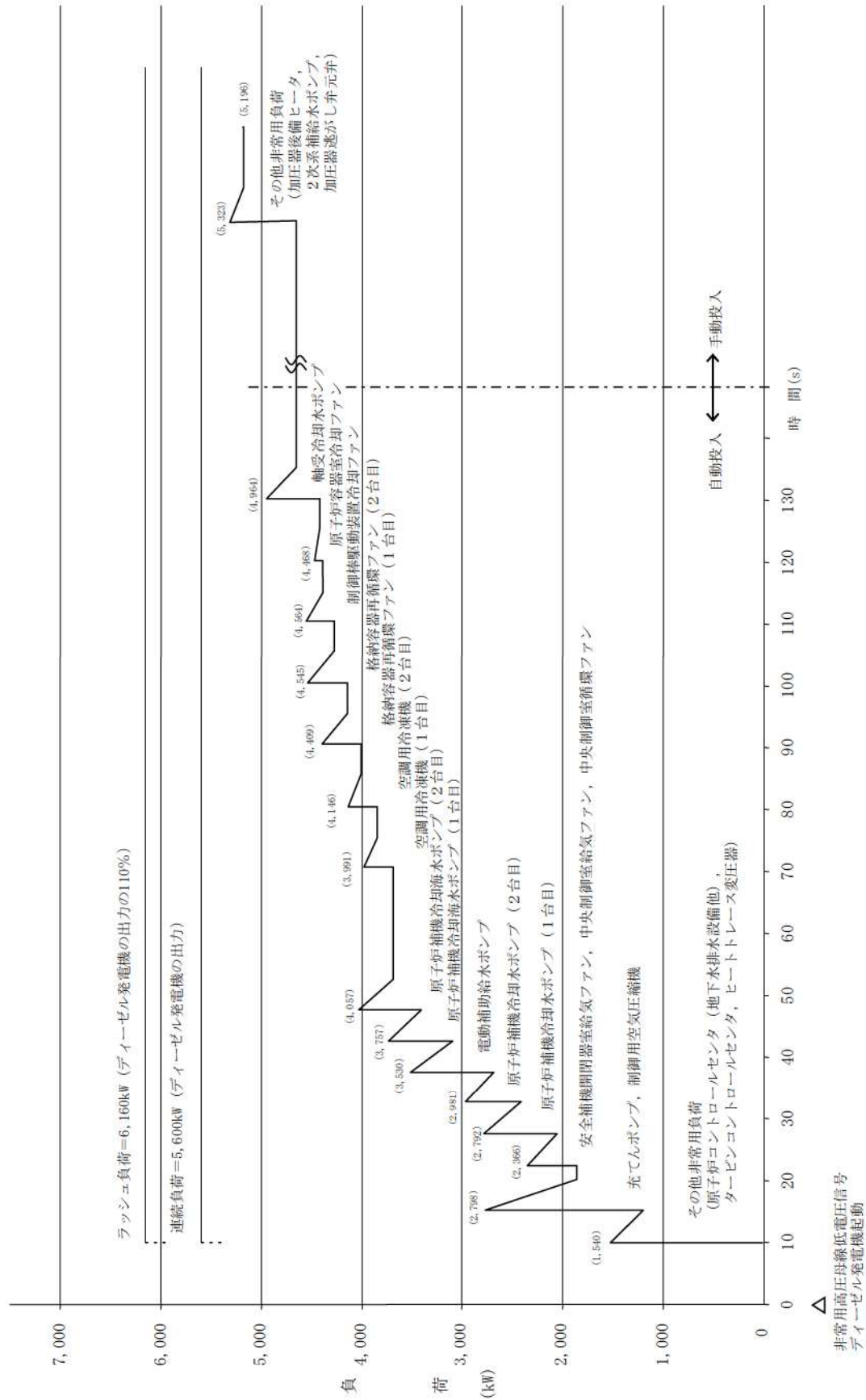
台数	1
定格電圧	23kV
定格電流	30,000A

第 10. 3. 4 表 変圧器設備の主要仕様

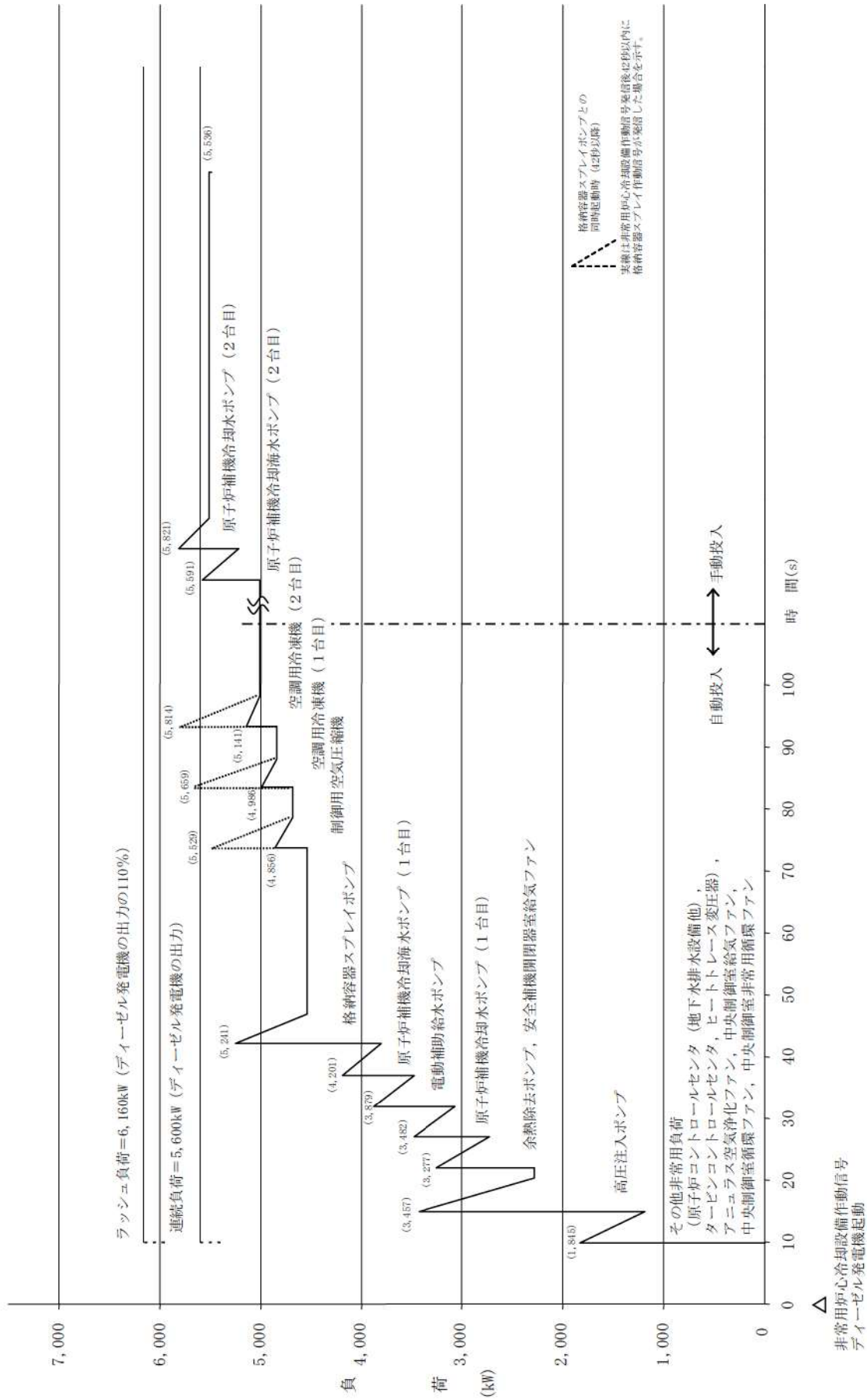
名称		主変圧器	所内変圧器	予備変圧器	後備変圧器
型式		屋外無圧密封式	屋外無圧密封式 負荷時タップ切 換器付	屋外無圧密封式 負荷時タップ切 換器付	屋外無圧密封式 負荷時タップ切 換器付
台数		1	1	1	1
容量		約 950, 000kVA	約 72, 000kVA	約 30, 000kVA	約 20, 000kVA
電圧	一次	21kV	21+1. 5, -2. 5kV	280±28kV	64. 5±7. 5kV
	二次	287. 5kV/284. 375kV/281. 25kV/278. 125kV/275kV	6. 9kV, 6. 9kV	6. 9kV	6. 9kV
相		3	3	3	3
周波数		50Hz	50Hz	50Hz	50Hz
結線法	一次	三角	三角	星形	星形
	二次	星形	星形, 星形	星形	星形
冷却方式		導油風冷	導油風冷	油入自冷	油入自冷
備考		—	—	—	—



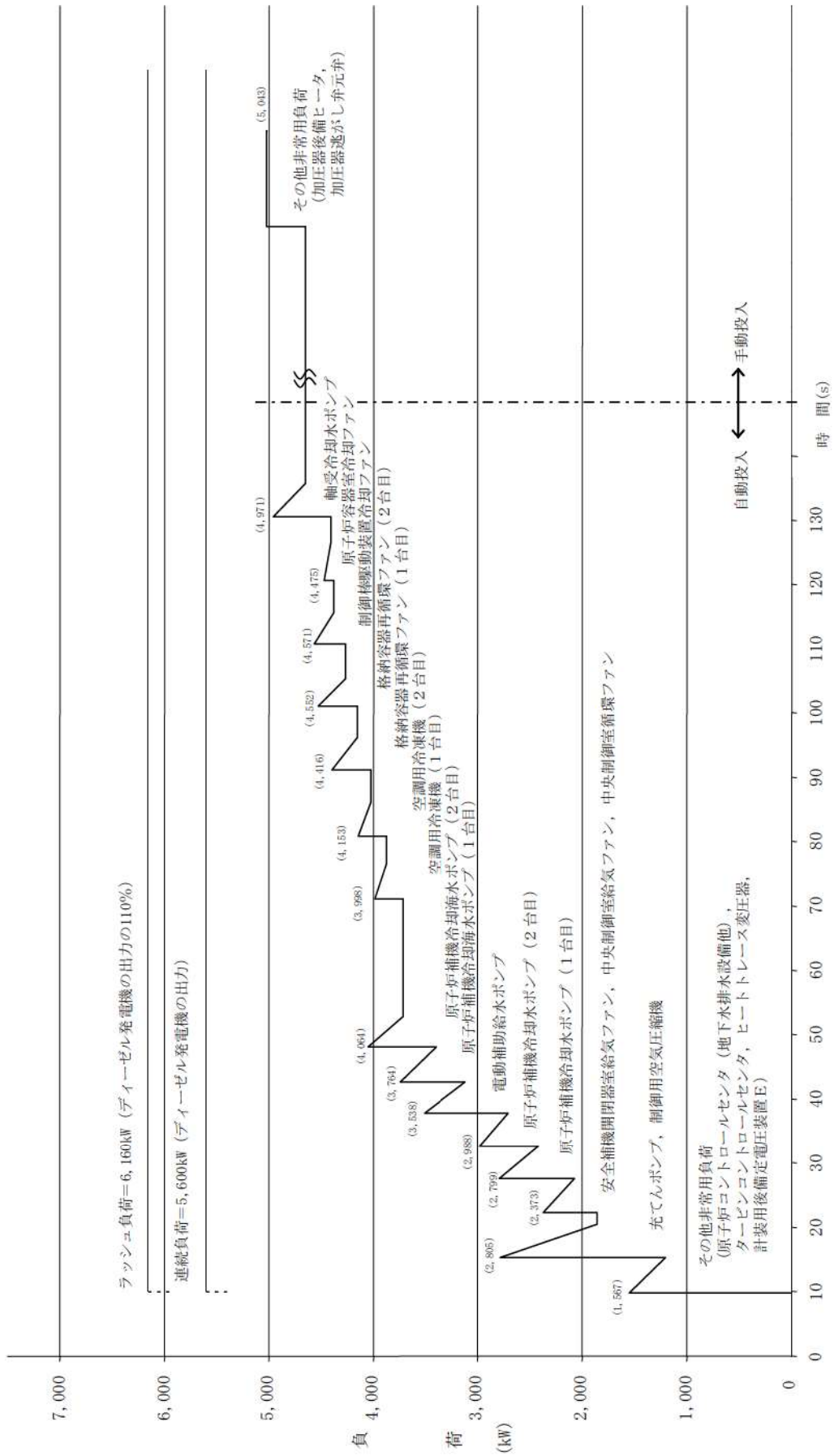
第 10.1.1 図 所内単線結線図



第 10.1.2 図(1) 外部電源喪失時における A-デーゼル発電機の負荷曲線

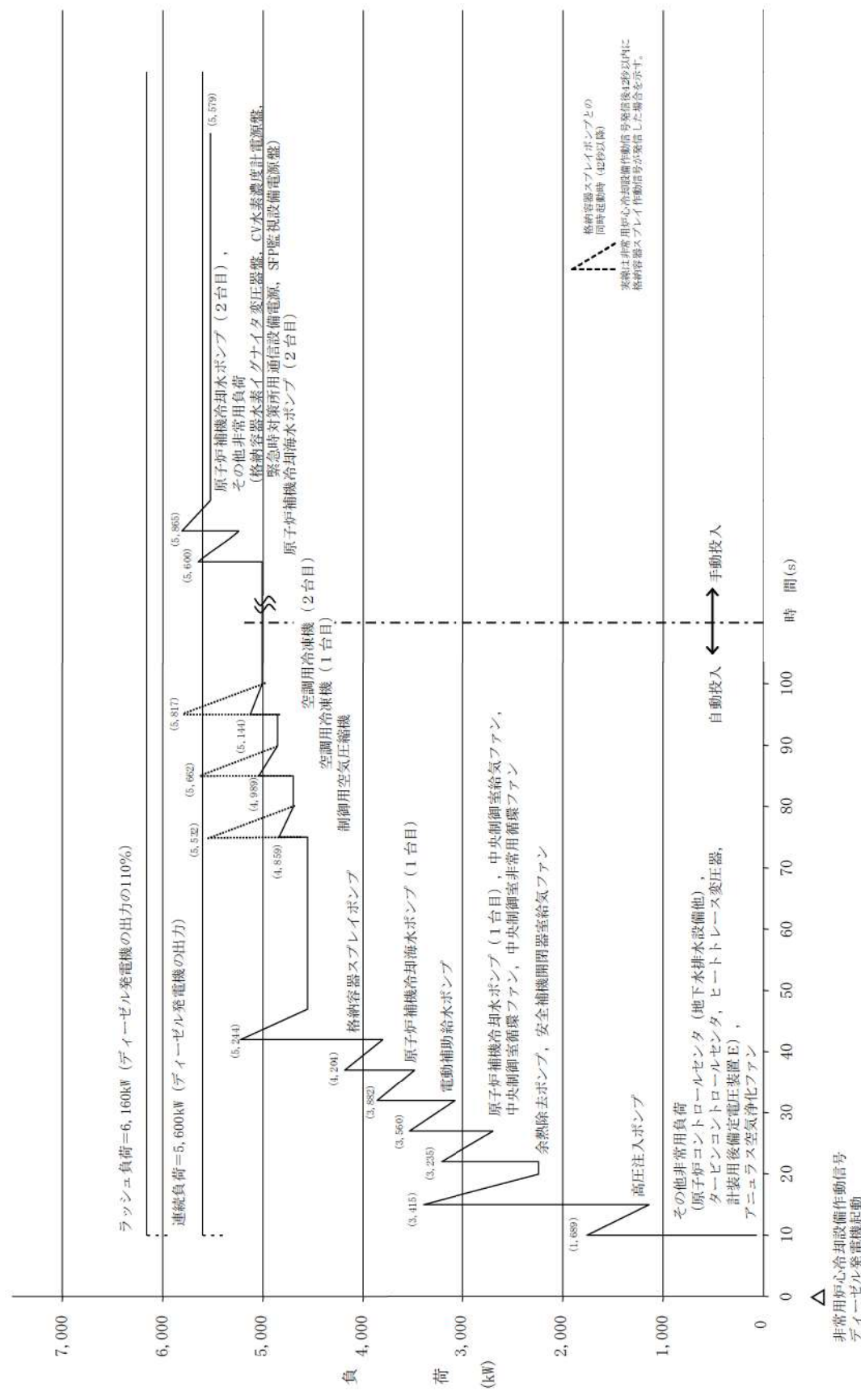


第 10.1.2 図 (2) 工学的安全施設作動時における A - デイゼル発電機の負荷曲線

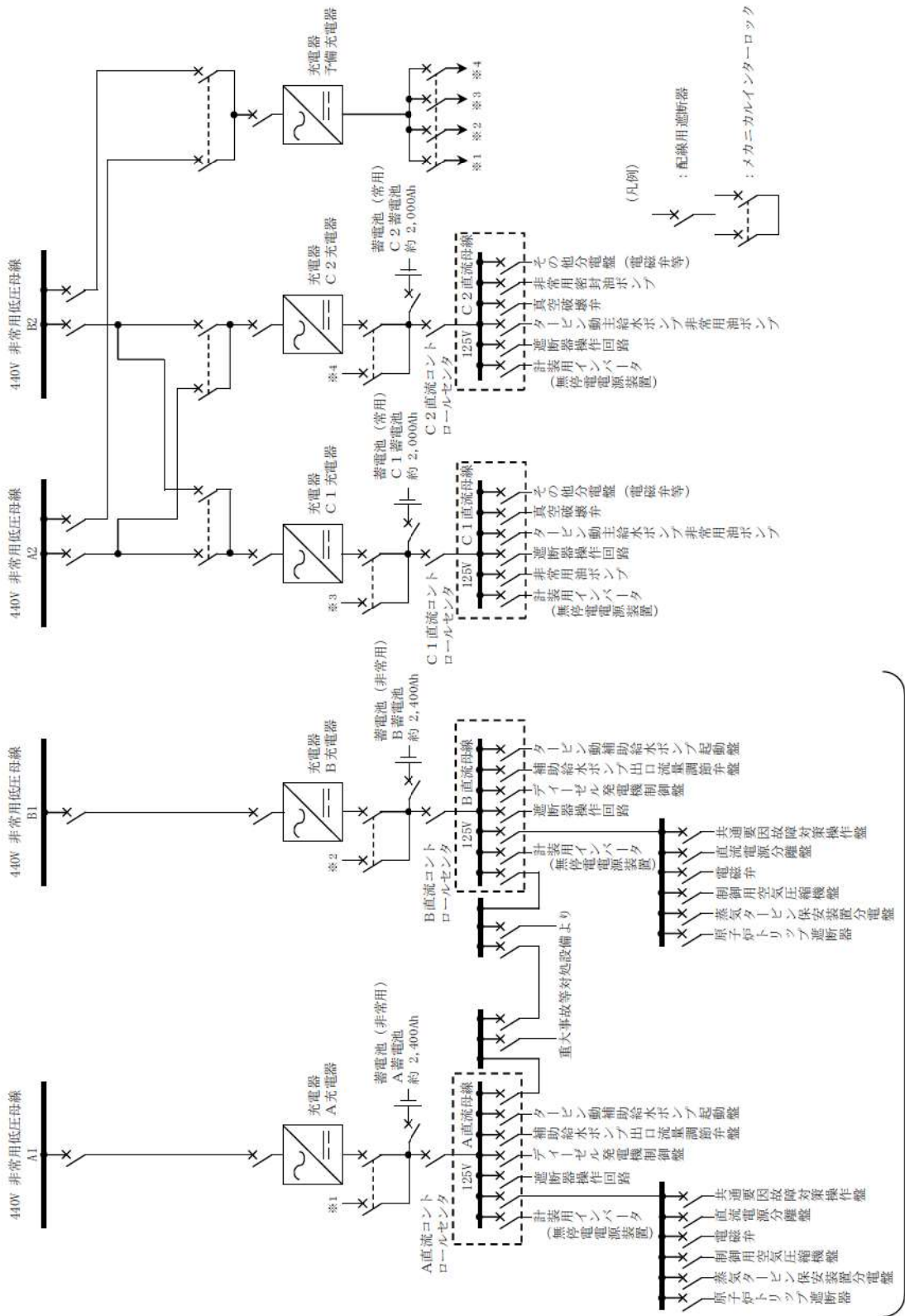


非常用高圧母線低電圧信号
ディーゼル発電機起動

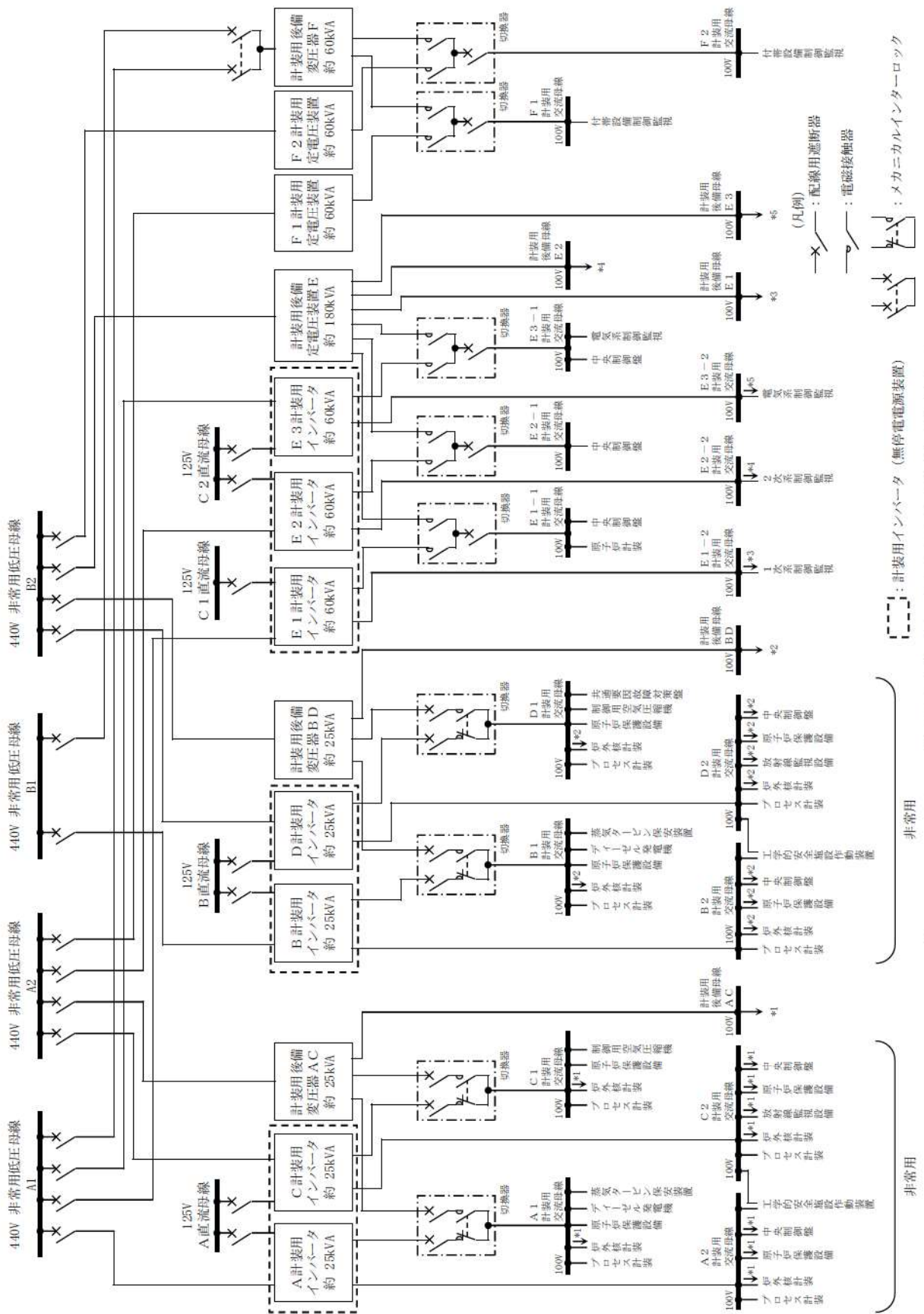
第 10.1.2 図 (3) 外部電源喪失時における B-ディーゼル発電機の負荷曲線



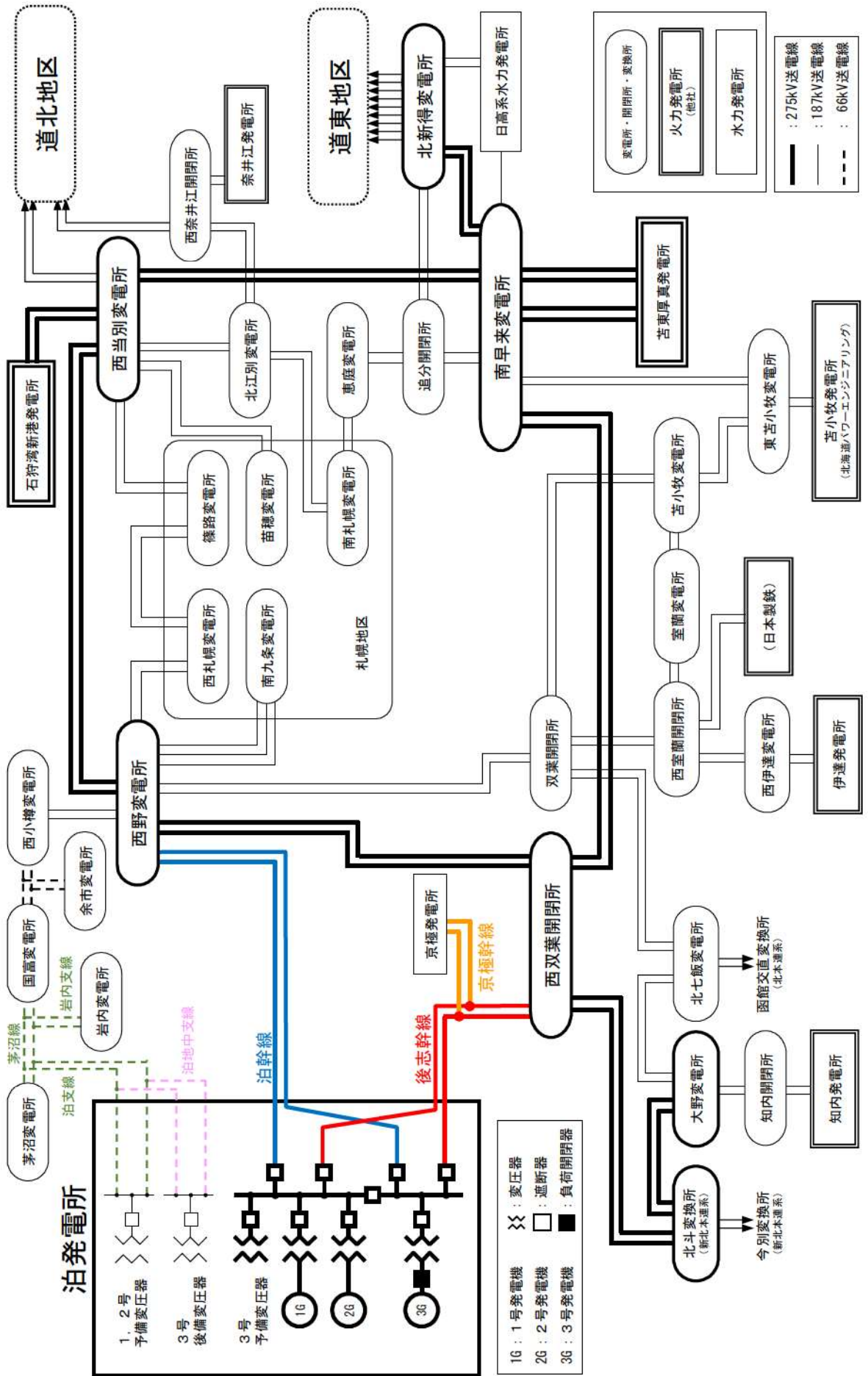
第 10.1.2 図 (4) 工学的安全施設作動時における B-デーゼル発電機の負荷曲線



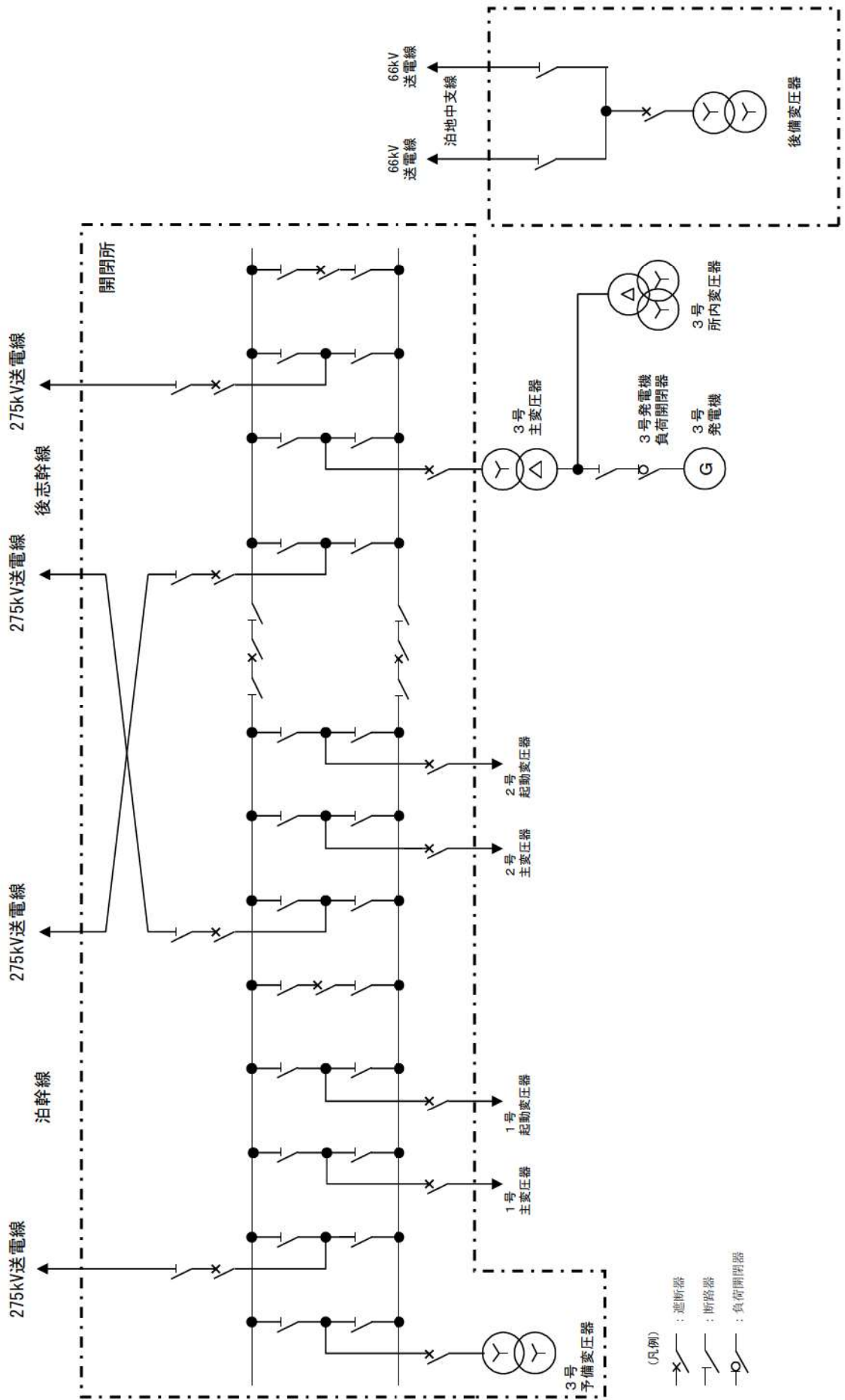
第 10.1.3 図 直流電源設備単線結線図



第 10.1.4 図 計測制御用電源設備単線結線図



第 10.3.1 図 送電系統概要図



第 10.3.2 図 開閉所単線結線図

2. 追加要求事項に対する適合方針

2.1 保安電源設備の概要

2.1.1 常用電源設備の概要

泊発電所に接続する275kV送電線4回線は、275kV送電線（泊幹線）2回線、275kV送電線（後志幹線）2回線の2ルートでそれぞれ約67km離れた西野変電所、約66km離れた西双葉開閉所に連系する。また、66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））2回線の1ルートで約19km離れた国富変電所に連系する設計とする。送電系統図を第2.1.1.1図に示し、開閉所単線結線図を第2.1.1.2図に示す。

上記3ルート6回線の独立性を確保するため、万一、西野変電所が停止した場合でも、外部電源からの電力供給が可能となるよう、275kV送電線（後志幹線）により電力を供給することが可能な設計とする。また、西双葉開閉所が停止した場合には、275kV送電線（泊幹線）又は66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））により、国富変電所が停止した場合には、275kV送電線（泊幹線又は後志幹線）により電力を供給することが可能な設計とする。

これら送電線は、発電所を安全に停止するために必要な電力を供給可能な容量とする。275kV送電線4回線は、1回線停止時でも泊発電所の全発生電力を送電し得る能力がある。

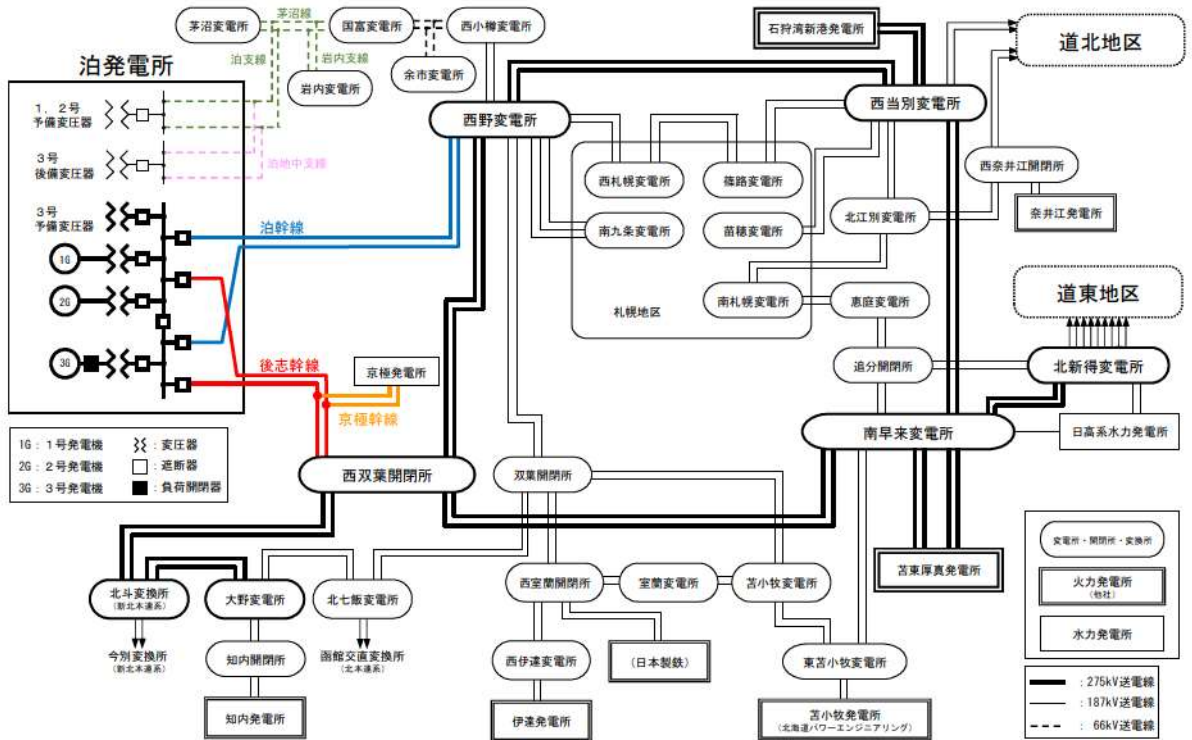
通常運転時には、所内電力は、主として発電機から所内変圧器を通して受電するが、275kV送電線より予備変圧器を介しても受電することができる。

常用高圧母線は3母線で構成し、所内変圧器又は予備変圧器から受電する。

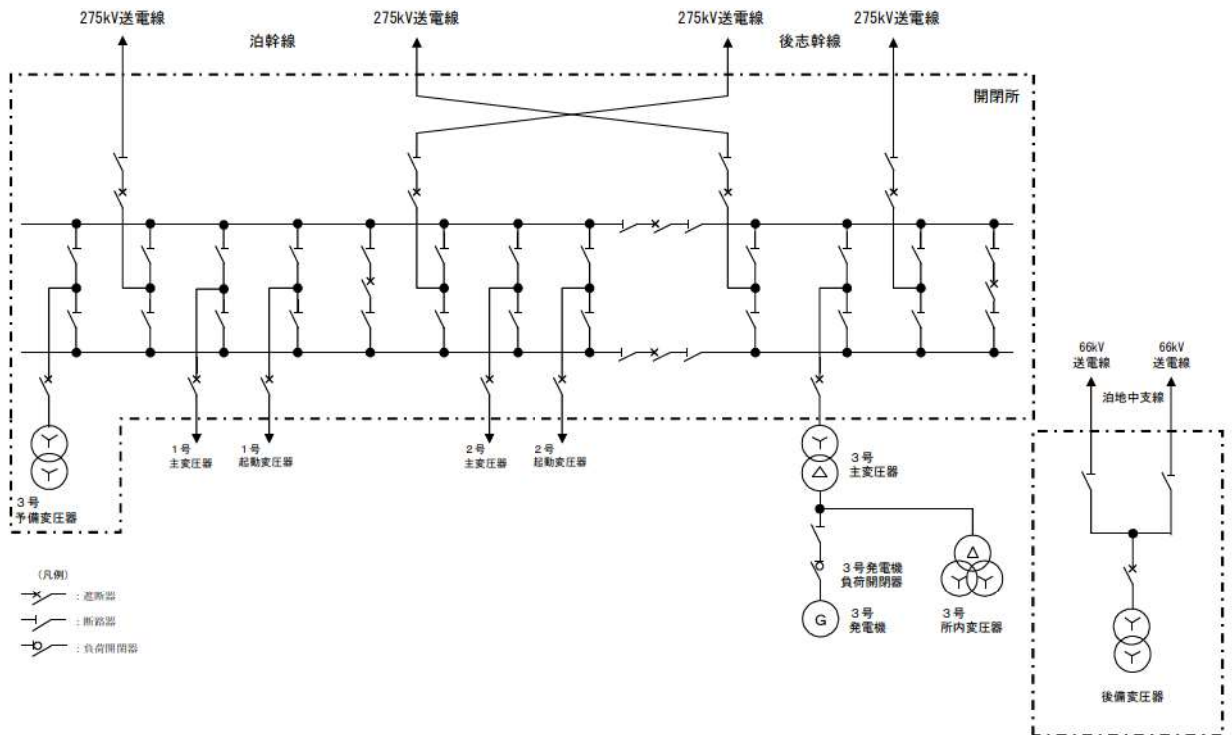
常用低圧母線は5母線で構成し、常用高圧母線から動力変圧器を通して受電する。

所内機器で2台以上設置するものは、単一の所内母線の故障があっても、全機能を喪失しないよう2母線以上に各々接続し、所内電力供給の安定を図る。所内単線結線図を第2.1.1.3図に示す。

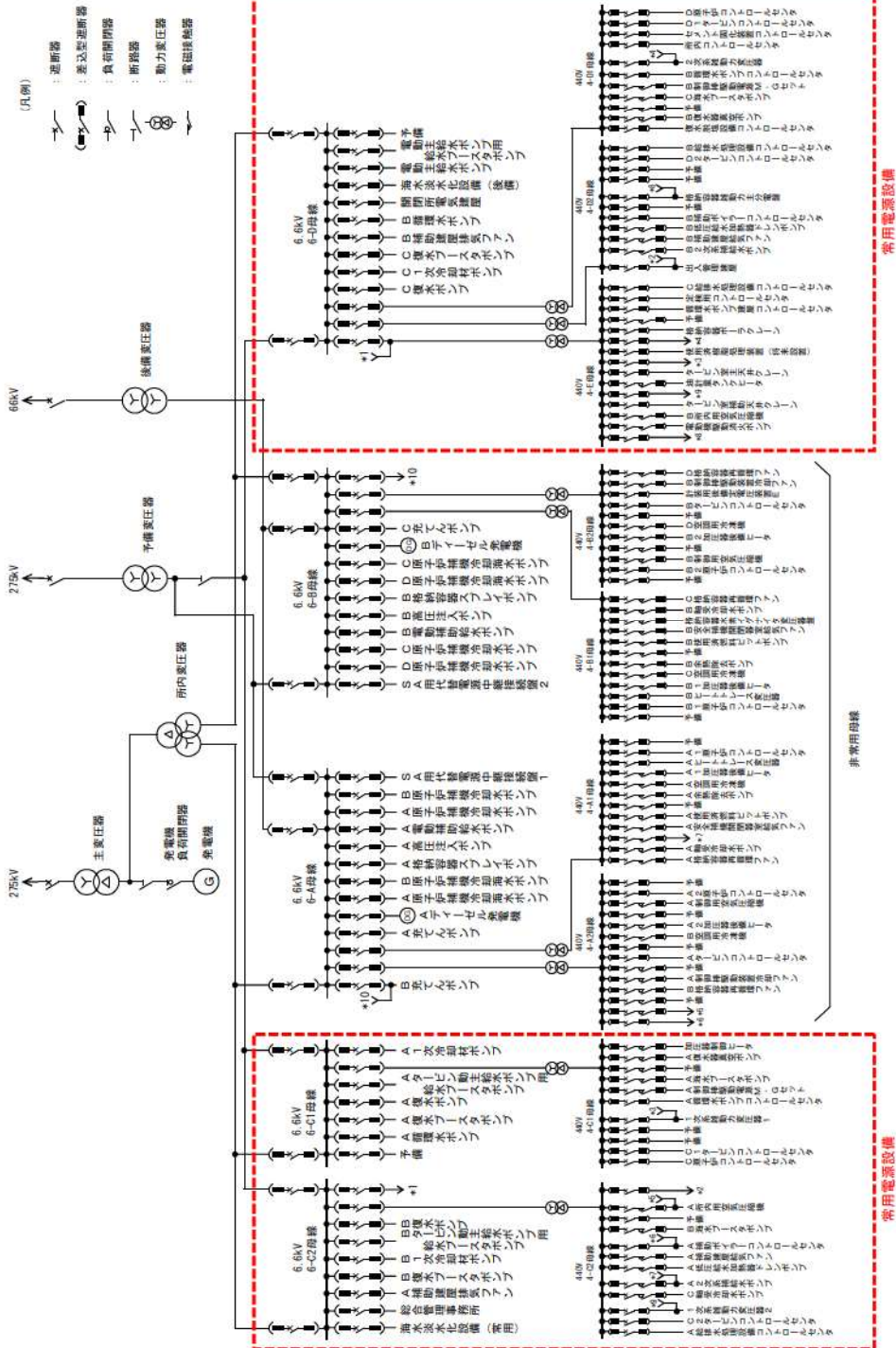
また、直流電源設備は、常用所内電源として、125V 2系統で構成する。直流電源設備単線結線図を第2.1.1.4図に示す。



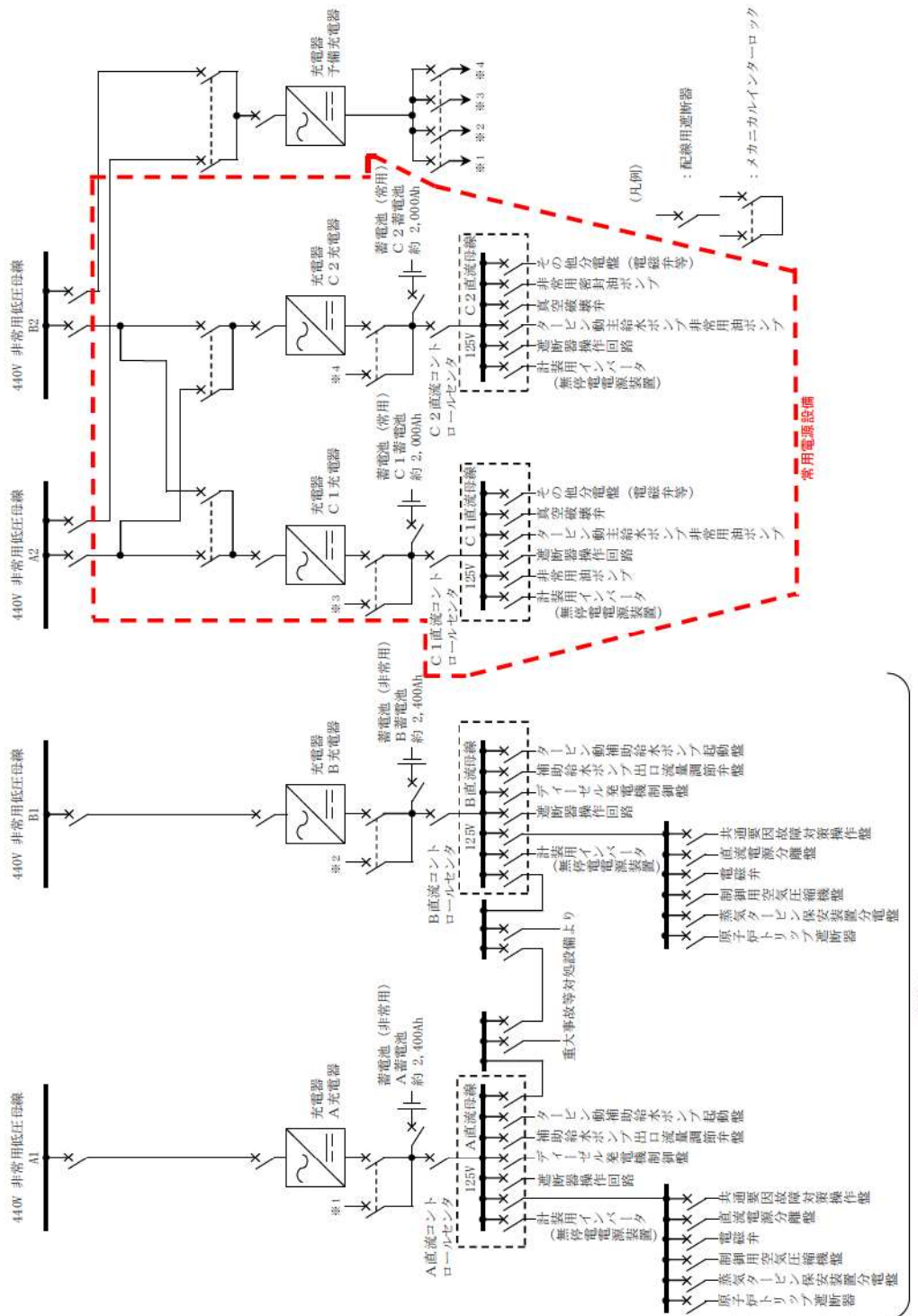
第 2.1.1.1 図 送電系統概要図



第 2.1.1.2 図 開閉所単線結線図



第 2.1.1.3 図 所内単線結線図 (常用電源設備)



第 2.1.1.4 図 直流電源設備単線結線図 (常用電源設備)

2.1.2 非常用電源設備の概要

発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系する設計とする。

非常用の所内高圧母線は2母線で構成し、予備変圧器、所内変圧器、ディーゼル発電機又は後備変圧器のいずれからも受電できる設計とする。

非常用の所内低圧母線は4母線で構成し、非常用高圧母線から動力変圧器を通して受電する。所内単線結線図を第2.1.2.1図に示す。

所内機器は、工学的安全施設に関係する機器とその他一般機器に分類する。

工学的安全施設に関係する機器は非常用母線に、その他の一般機器は原則として常用母線に接続する設計とする。

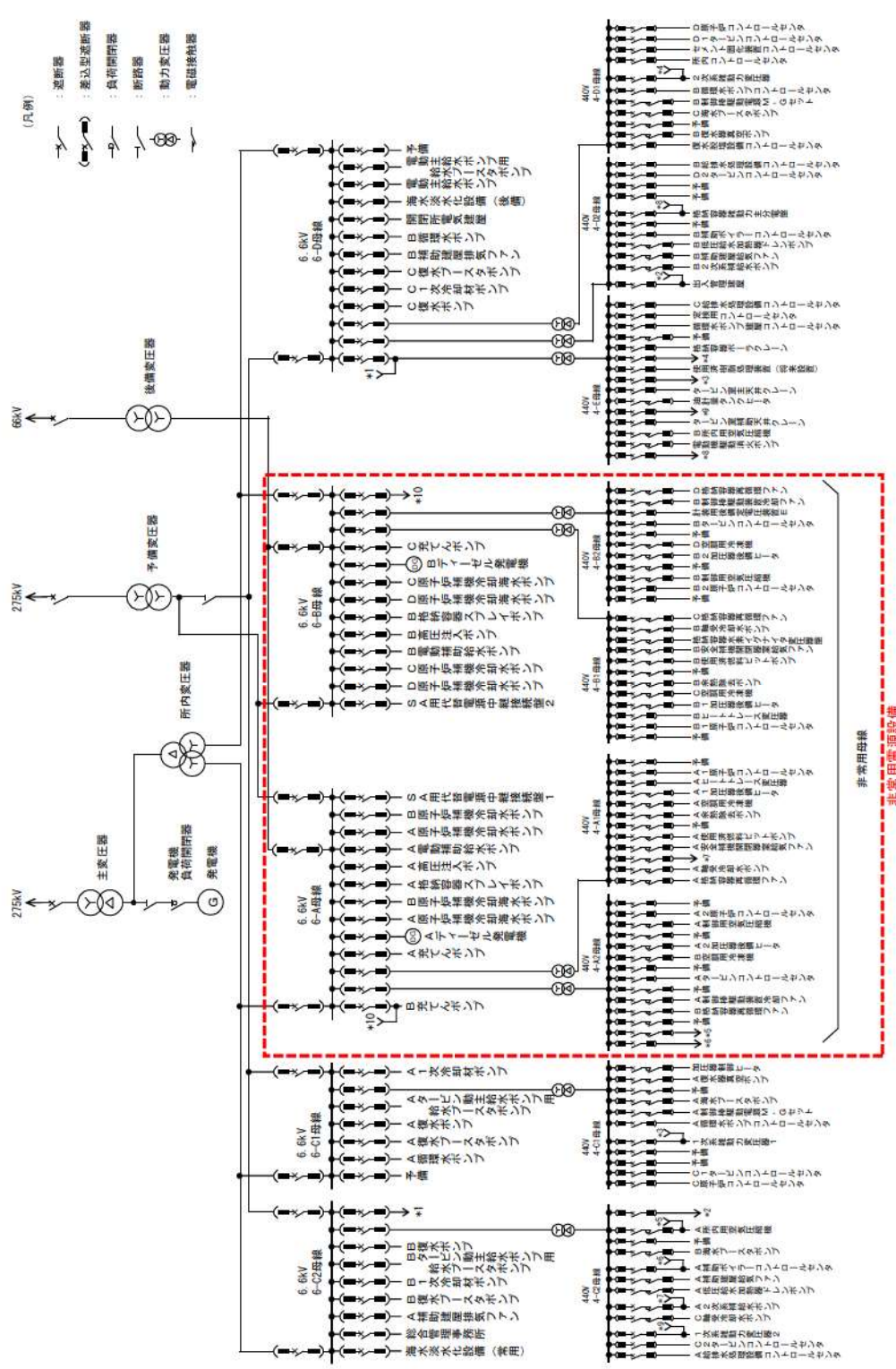
安全保護系及び工学的安全施設に関係する機器は、単一の非常用母線の故障があっても、他の系統に波及して多重性を損なうことがないように系統ごとに分離して非常用母線に接続する。

2台のディーゼル発電機は、275kV送電線が停電した場合にそれぞれの非常用母線に電力を供給し、1台のディーゼル発電機が作動しないと仮定した場合でも発電用原子炉内の燃料及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えることなく炉心を冷却でき、あるいは、冷却材喪失事故時にも炉心の冷却とともに、原子炉格納容器等安全上重要な系統機器の機能を確保できる容量と機能を有する設計とする。

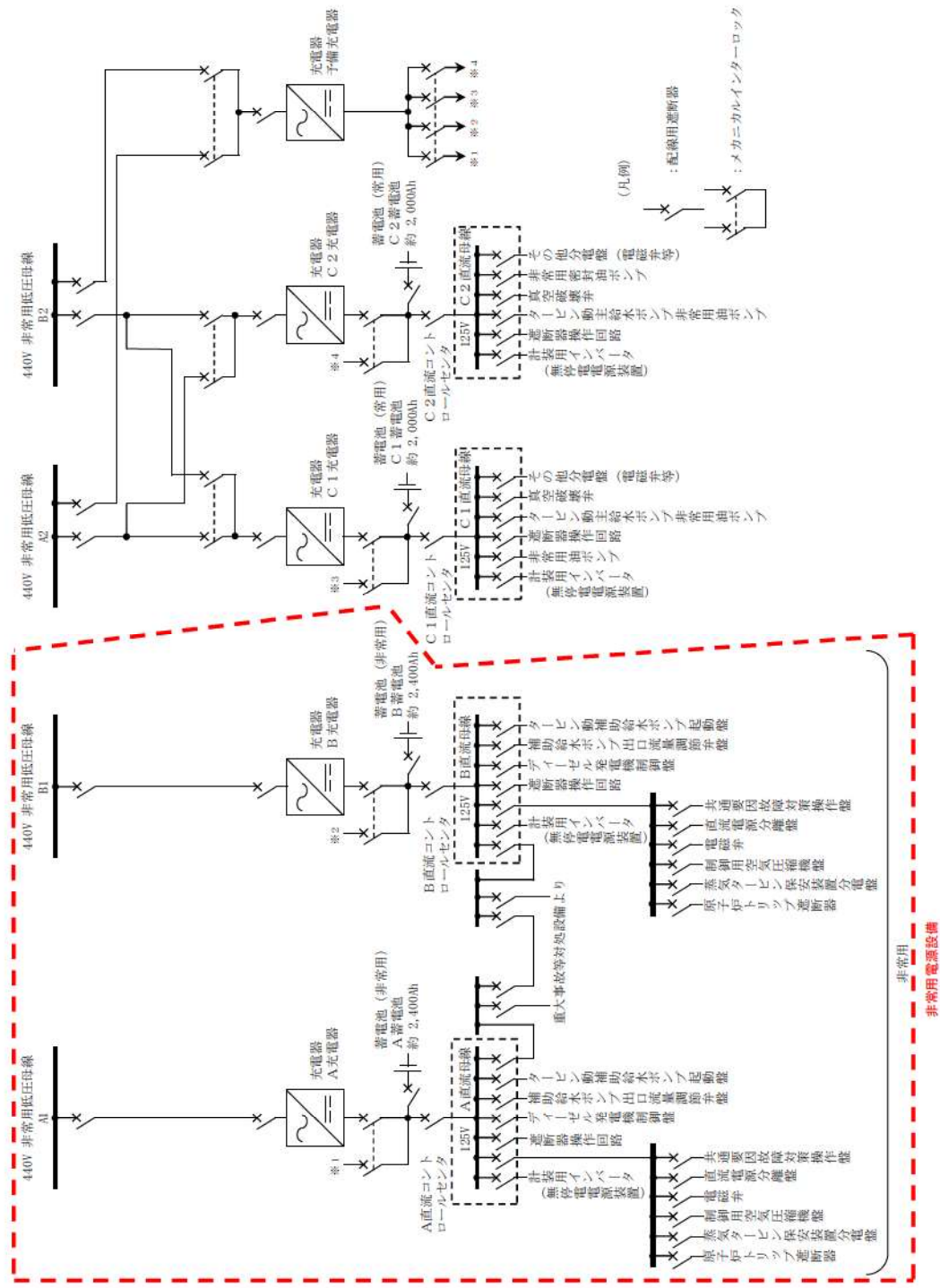
また、発電用原子炉施設の安全施設がその機能を維持するために必要な直流電源を確保するため蓄電池（非常用）を設置し、安定した交流電源を必要とするものに対しては、静止形無停電電源装置を設置する設計とする。直流電源設備は、非常用所内電源設備として2系統（A系、B系）から構成する。直流電源設備単線結線図を第2.1.2.2図に、計測制御用電源設備単線結線図を第2.1.2.3図に示す。

発電機、外部電源系、非常用所内電源設備、その他の関連する電気系統機器の短絡、地絡、母線の低電圧、過電流等を検知できる設計とし、検知した場合には、遮断器により故障箇所を隔離し、他の安全機能への影響を限定できる設計とする。

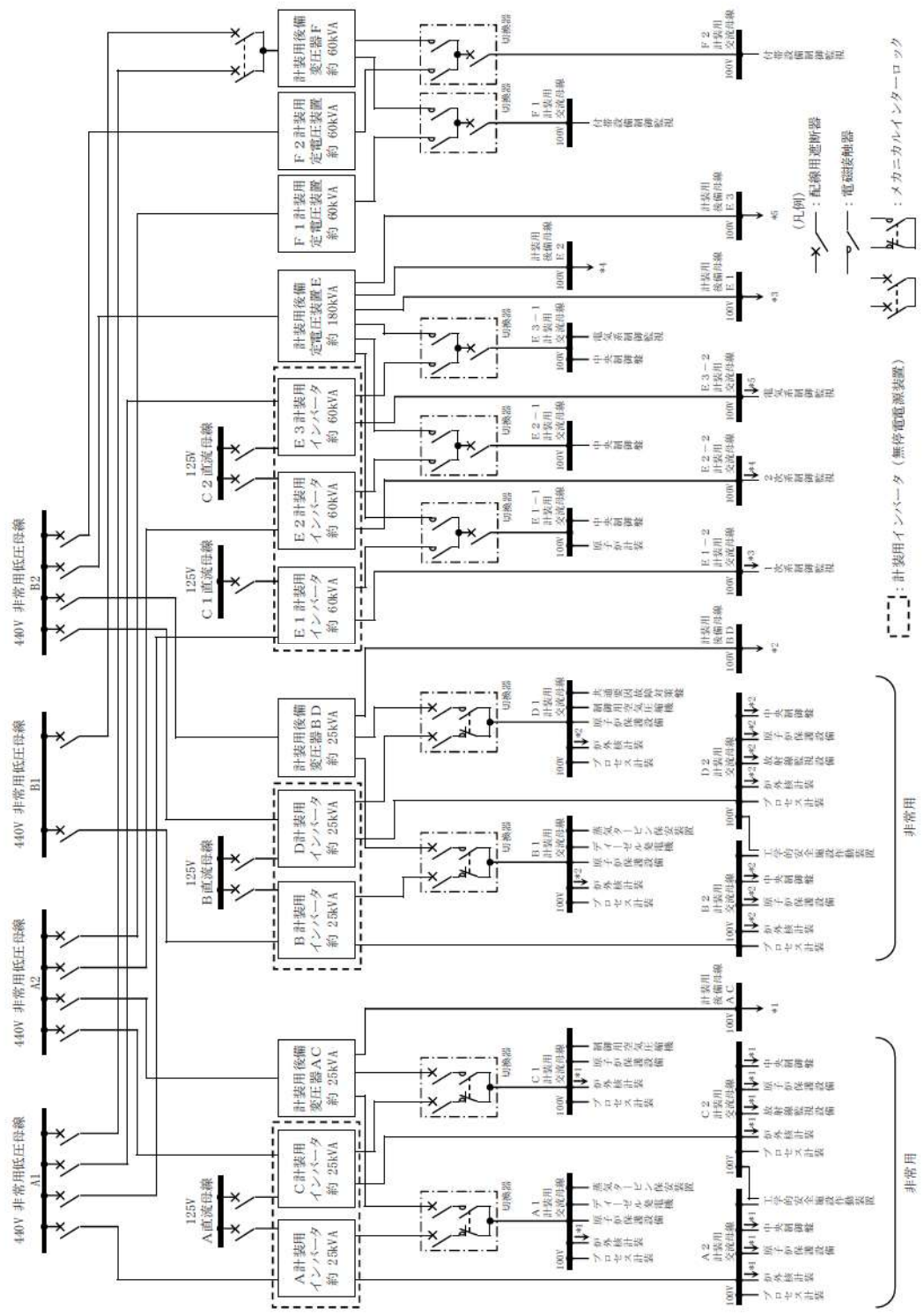
また、非常用所内電源系からの受電時に、容易に母線切替操作が可能な設計とする。



第 2.1.2.1 図 所内単線結線図 (非常用電源設備)



第 2.1.2.2 図 直流電源設備単線結線図 (非常用電源設備)



第 2.1.2.3 図 計測制御用電源設備単線結線図

2.2 保安電源の信頼性

2.2.1 発電所構内における電気系統の信頼性

2.2.1.1 安全施設に対する電力系統の異常の検知とその拡大防止

2.2.1.1.1 安全施設の保護装置について

発電機，外部電源系，非常用所内電源系，その他の関連する電気系統の機器の故障により発生する短絡，地絡，母線の低電圧，過電流等に対し，安全施設への電力の供給が停止することのないように，保護継電装置により検知できる設計としており，検知した場合には，異常の拡大防止のため，保護継電装置からの信号により，遮断器等により故障箇所を隔離し，故障による影響を局所化し，他の電気系統の安全性への影響を限定できる設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項】

なお，吊り下げ設置型高圧遮断器については，使用していない。（別紙 2）

2.2.1.1.1.1 送電線保護装置

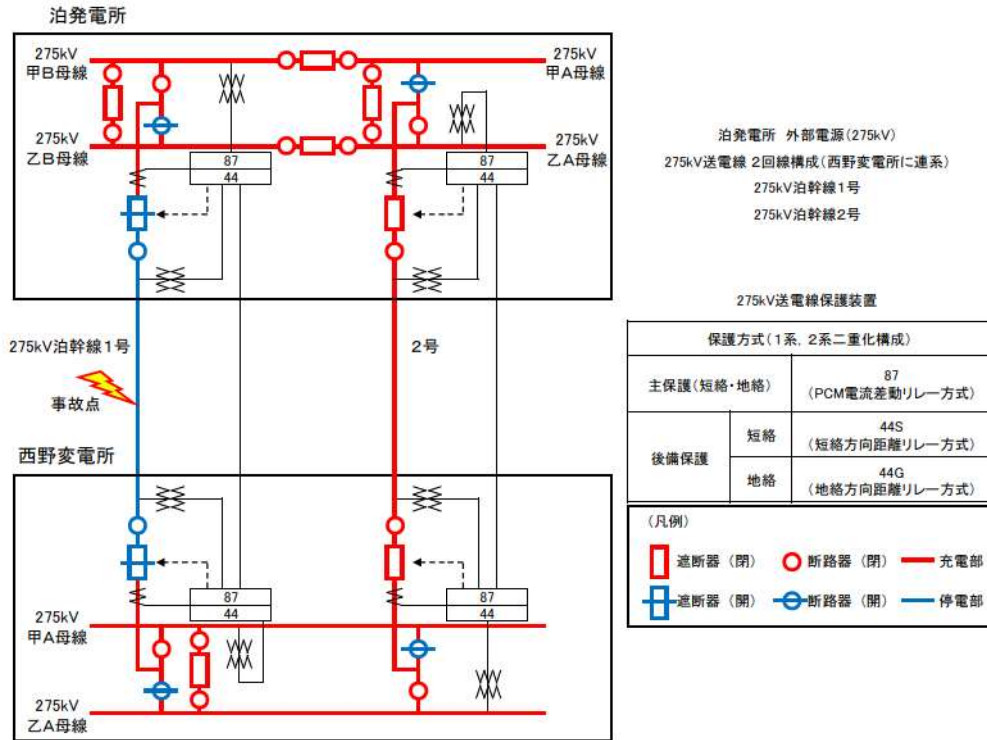
(1) 275kV 送電線（泊幹線）

泊発電所と西野変電所を連系する 275kV 送電線（泊幹線）には，第 2.2.1.1 図の表に示す保護装置を設置している。

送電線の短絡若しくは地絡を検出した場合，当該送電線が連系される遮断器を開放し，故障区間を速やかに分離し，残りの健全回線の電力供給を維持することが可能な設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項 解釈 2】

第 2.2.1.1 図に，275kV 送電線（泊幹線）1 号線故障時に動作する遮断器及び停電範囲を示す。



第 2. 2. 1. 1 図 送電線保護装置 (275kV 送電線 (泊幹線) 1 号線故障時)

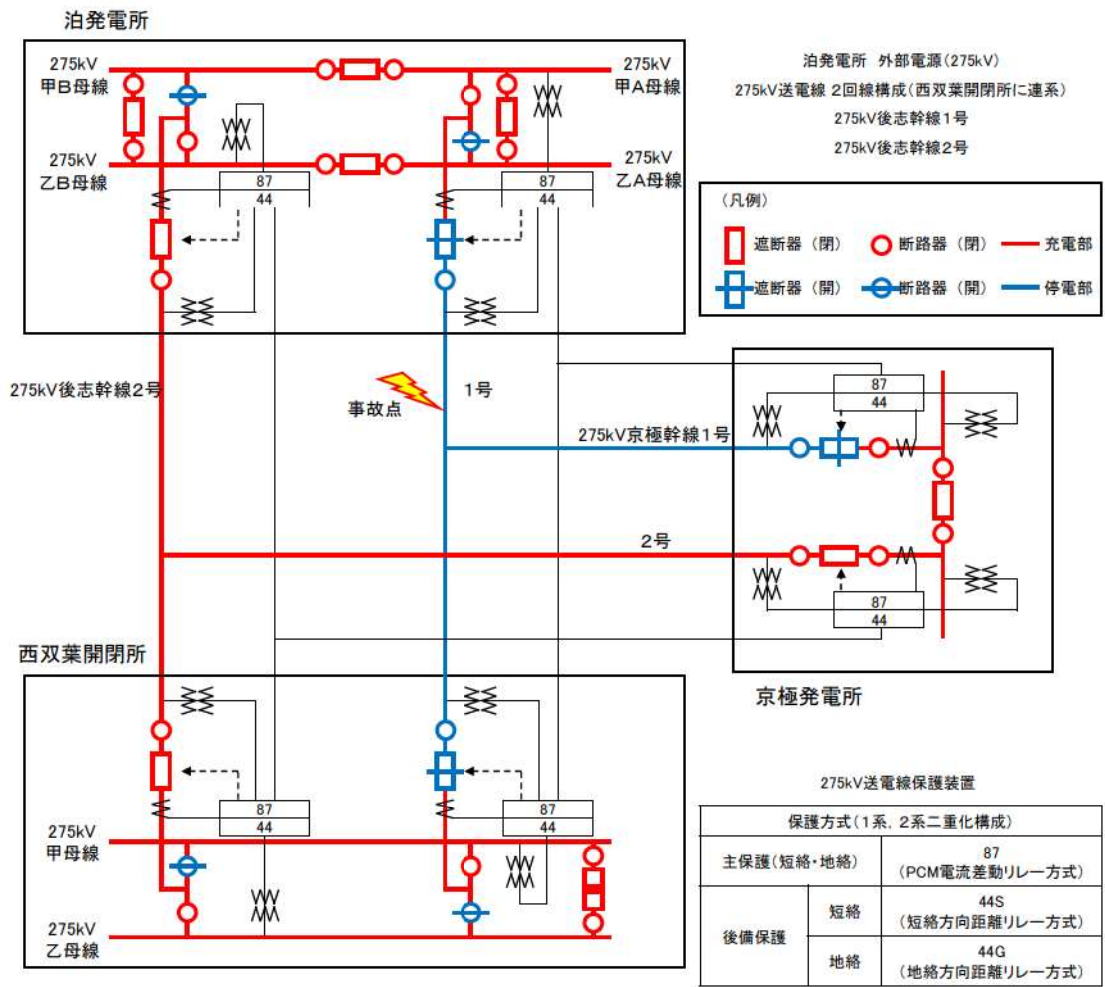
(2) 275kV送電線 (後志幹線)

泊発電所と西双葉開閉所を連系する 275kV 送電線 (後志幹線) には、第 2. 2. 1. 2 図の表に示す保護装置を設置している。

送電線の短絡若しくは地絡を検出した場合、当該送電線が連系される遮断器を開放し、故障区間を速やかに分離し、残りの健全回線の電力供給を維持することが可能な設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項 解釈 2】

第 2. 2. 1. 2 図に、275kV 送電線 (後志幹線) 1 号線故障時に動作する遮断器及び停電範囲を示す。



第 2. 2. 1. 2 図 送電線保護装置 (275kV 送電線 (後志幹線) 1 号線故障時)

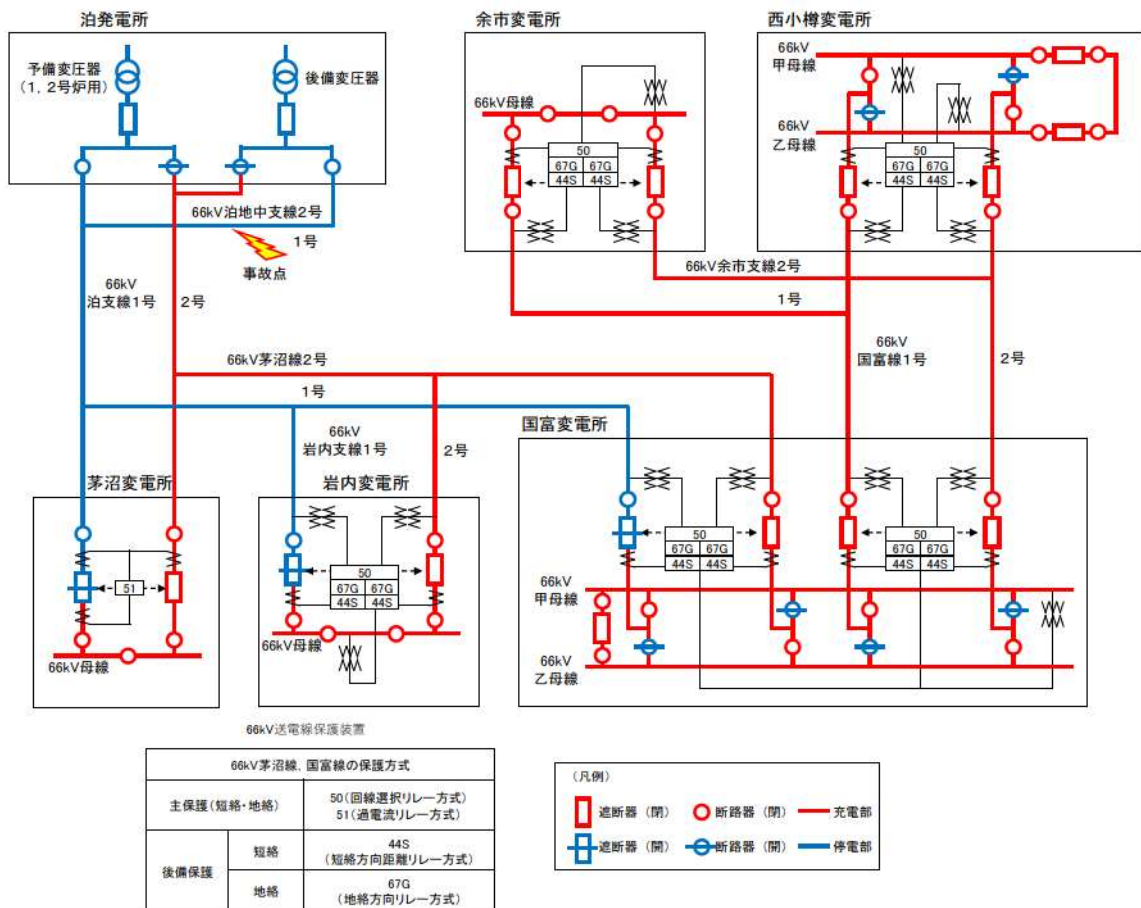
(3) 66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））

泊発電所と国富変電所を連系する 66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））には、第 2.2.1.3 図の表に示す保護装置を設置する設計とする。

送電線の短絡若しくは地絡を検出した場合、当該送電線が連系される遮断器を開放し、故障区間を速やかに分離し、残りの健全回線の電力供給を維持することが可能な設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項 解釈 2】

第 2.2.1.3 図に、66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））故障時に動作する遮断器及び停電範囲を示す。



第2.2.1.3図 送電線保護装置（66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））故障時）

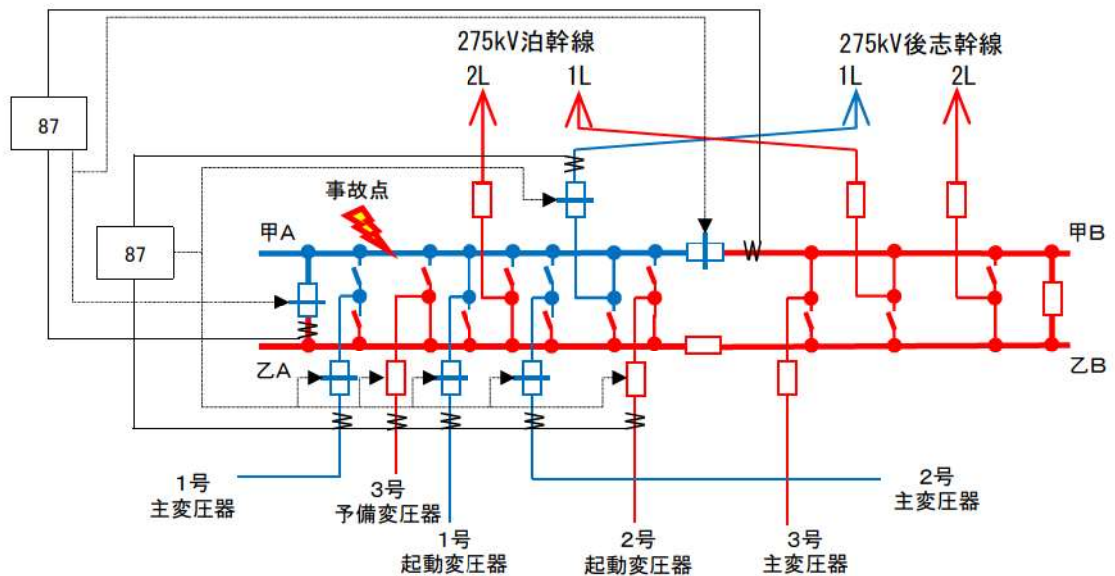
2.2.1.1.1.2 275kV母線保護装置

泊発電所 275kV 開閉所は、2母線で構成されており、第2.2.1.4図の表に示す保護装置を設置している。

母線の短絡若しくは地絡を検出した場合、当該母線が連系される遮断器を開放し、故障区間を速やかに分離し、残りの健全側母線の電力供給を維持することが可能な設計とする。

【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈2】

第2.2.1.4図に1号炉が接続する母線事故時に動作する遮断器及び停電範囲を示す。



275kV母線保護装置	87(電流差動継電器)	凡例 □ 遮断器 (閉) — 充電部 □ 遮断器 (開) — 停電部
-------------	-------------	---------------------------------------

第2.2.1.4図 送電線保護装置 (275kV 開閉所 1号炉が接続する甲A母線故障時)

2.2.1.1.1.3 変圧器保護装置

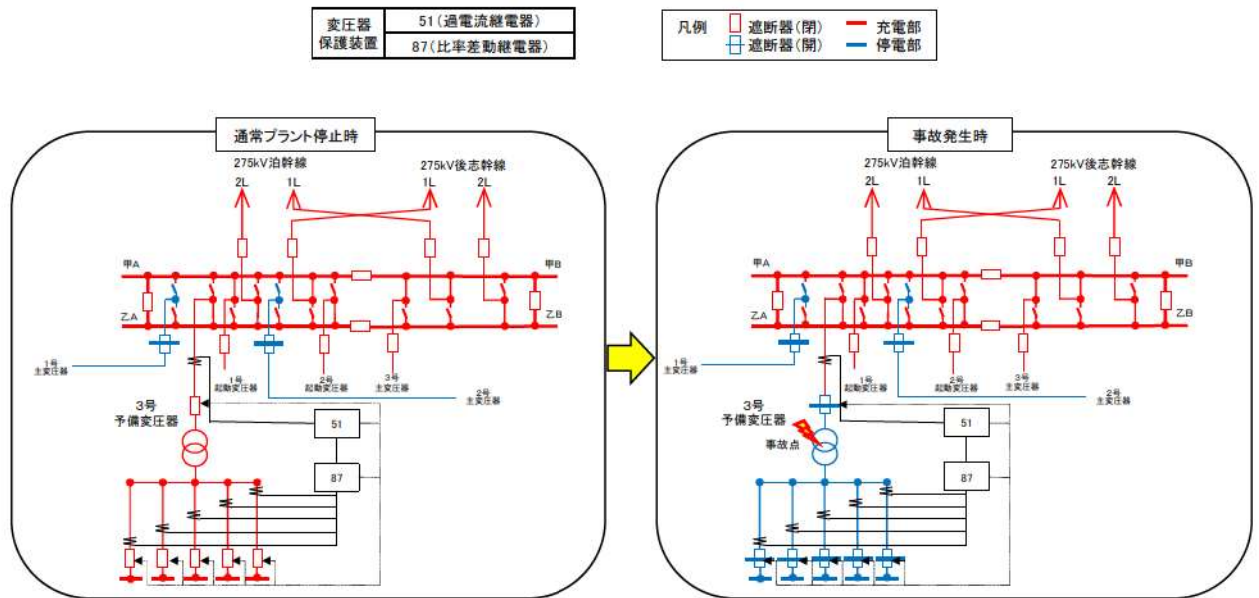
変圧器には、第 2.2.1.5 図、第 2.2.1.6 図及び第 2.2.1.7 図の表に示す保護装置を設置している。

(1) 予備変圧器

変圧器の短絡若しくは地絡を検出した場合、当該変圧器が連系される遮断器を開放し、故障変圧器を速やかに分離するとともに、他の安全施設への影響を限定できる構成としている。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項 解釈 2】

第 2.2.1.5 図に予備変圧器で故障が発生した際に、動作する遮断器及び停電範囲を示す。



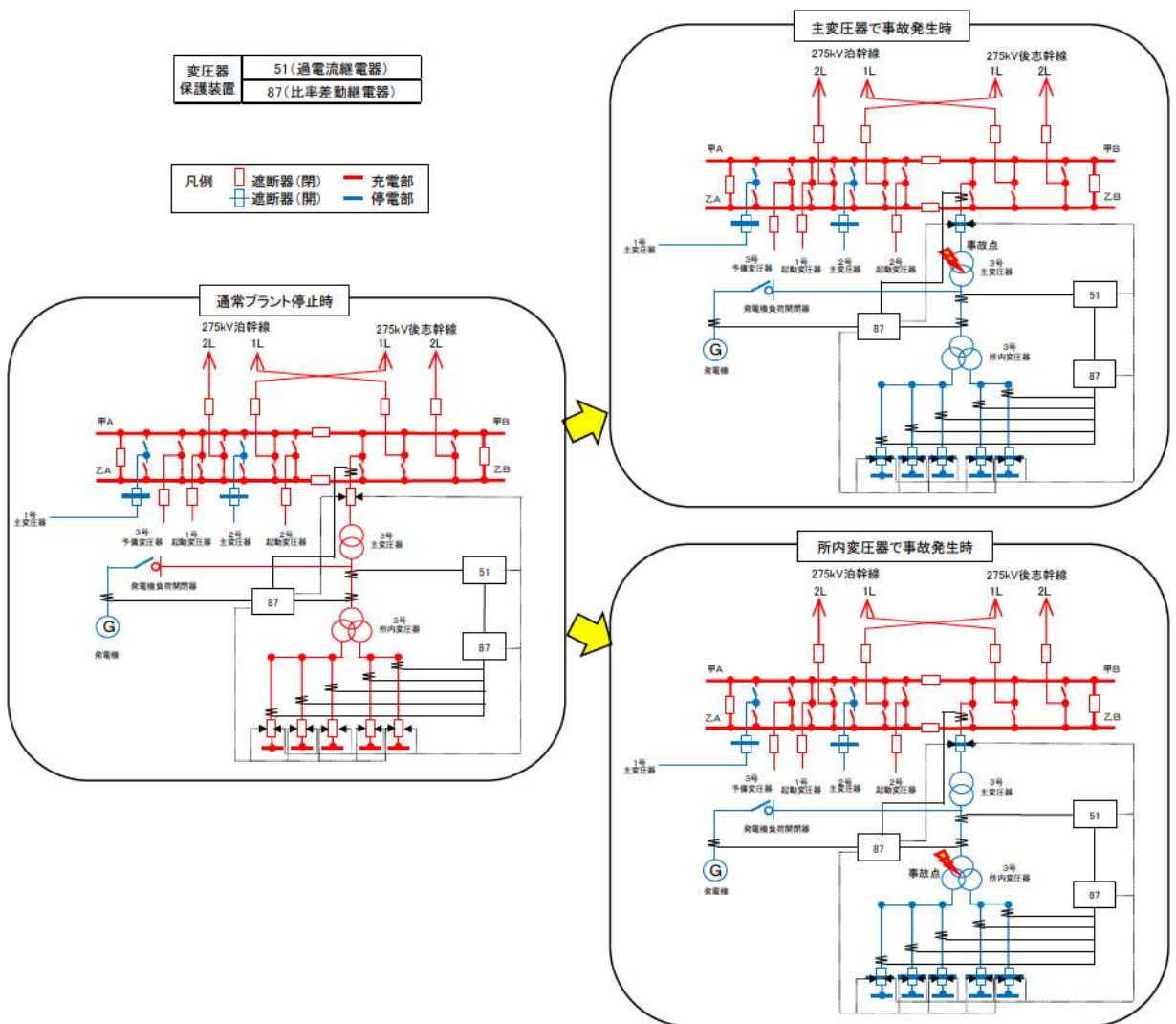
第 2.2.1.5 図 変圧器保護装置 (予備変圧器故障時)

(2) 主変圧器及び所内変圧器

変圧器の短絡若しくは地絡を検出した場合、当該変圧器が連系される遮断器を開放し、故障変圧器を速やかに分離するとともに、他の安全施設への影響を限定できる構成としている。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項 解釈 2】

第 2.2.1.6 図に主変圧器及び所内変圧器で故障が発生した際に、動作する遮断器及び停電範囲を示す。



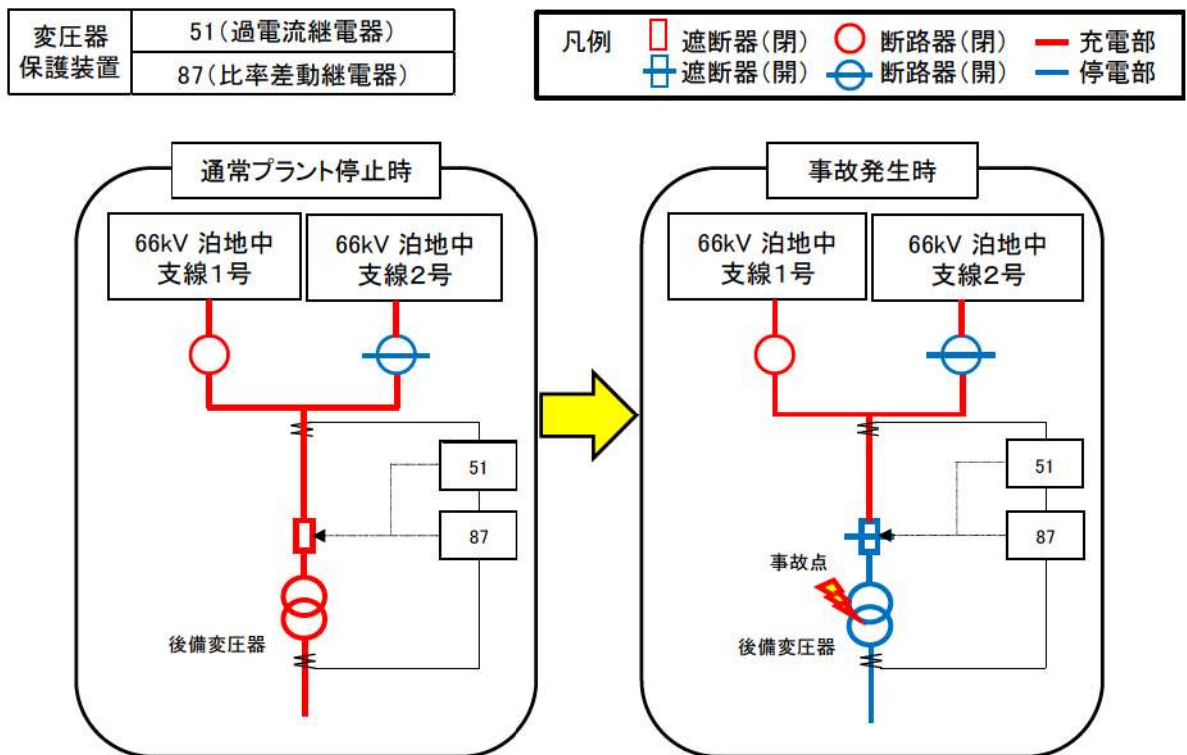
第 2.2.1.6 図 変圧器保護装置 (主変圧器及び所内変圧器故障時)

(3) 後備変圧器

変圧器の短絡若しくは地絡を検出した場合、当該変圧器が連系される遮断器を開放し、故障変圧器を速やかに分離するとともに、他の安全施設への影響を限定できる設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 3 項 解釈 2】

第 2. 2. 1. 7 図に後備変圧器で故障が発生した際に、動作する遮断器及び停電範囲を示す。



第 2. 2. 1. 7 図 変圧器保護装置 (後備変圧器故障時)

2.2.1.1.1.4 その他設備に対する保護装置

ファンやポンプ等の補機については過負荷保護継電器及び過電流保護継電器を設置している。

過負荷保護継電器（49）及び過電流保護継電器（51）にて過電流を検知した場合、警報を発生させることや補機を停止させることにより、他の安全機能への影響を限定できる設計としている。

【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈2】

2.2.1.1.2 1相開放故障への対策について

外部電源に直接接続している変圧器の1次側において3相のうち1相の電路の開放が生じた場合にあっては、安全施設への電力の供給が不安定になったことを検知し、保護継電器が作動することによる故障箇所の隔離又は非常用母線の接続変更その他の異常の拡大を防止する対策（手動操作による対策を含む。）を行うことによって、安全施設への電力の供給が停止することがないように、電力供給の安定性を回復できる設計とする。

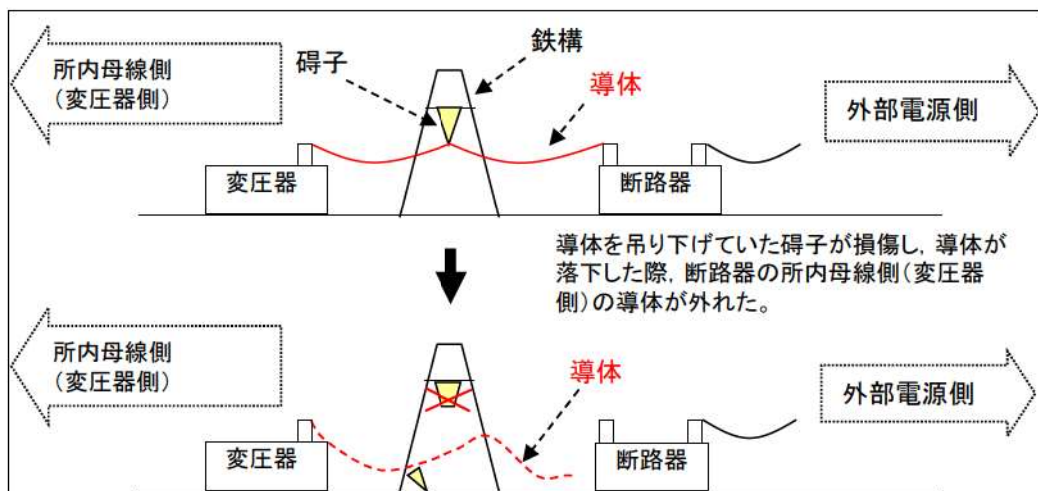
【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈2】

2.2.1.1.2.1 米国バイロン2号炉の事象の概要と問題点

(1) 事象の概要

2012年1月30日、米国バイロン2号炉において定格出力運転中、以下の事象が発生した。

- ①起動用変圧器の故障（架線の碍子破損）により、3相交流電源の1相が開放故障した状態が発生した（第2.2.1.8図参照）。
- ②このため、起動変圧器から受電していた常用母線の電圧の低下により、1次冷却材ポンプがトリップし、発電用原子炉がトリップした。
- ③トリップ後の所内切替により、常用母線の接続が起動用変圧器側に切り替わった。
- ④非常用母線の電圧を監視している保護継電器のうち、1相分の保護継電器しか動作しなかったため、非常用母線の外部電源への接続が維持され、非常用母線各相の電圧が不平衡となった。
- ⑤原子炉トリップ後に起動した安全系補機類が、非常用高圧母線の電圧不平衡のために過電流によりトリップした。
- ⑥運転員が1相開放故障状態に気づき、外部電源の遮断器を手動で動作させることにより、外部電源系から非常用母線が開放され、非常用ディーゼル発電機が自動起動し、電源を回復させた。



第2.2.1.8図 米国バイロン2号炉の1相開放故障の概要

(2) 1相開放故障が発生し変圧器2次側電圧が低下しない事象のメカニズム

米国バイロン2号炉の事象のように変圧器1次側において1相開放故障が発生した場合に、所内電源系の3相の各相には、低電圧を検知する不足電圧継電器(27)が設置されていることから、不足電圧継電器(27)の検知電圧がある程度(約30%以上)低下すれば、当該の保護継電器が動作し警報が発報することにより1相開放故障を含めた電源系の異常を検知することが可能である。

一方、変圧器負荷が非常に少ない場合や、変圧器にΔ結線の安定巻線を含む場合等においては、所内電源系側の不足電圧継電器(27)の検知電圧が動作範囲まで低下せず、1相開放故障が検知できない可能性がある(3相交流では、変圧器1次側における1相のみが開放故障となっても変圧器鉄心に磁束の励磁が持続され、変圧器2次側(所内電源系側)において3相ともほぼ正常に電圧が維持されてしまう場合がある。)

したがって、変圧器1次側に1相開放故障が発生した場合の検知の可否については、不足電圧継電器(27)が動作することにより検知できる場合もあるものの、発生時の負荷の状態等によっては検知できない可能性がある。

(3)問題点

当該事象に対し、「変圧器1次側の3相のうち1相開放故障が発生した状態が検知されることなく、非常用母線への給電が維持された。」ことが問題点である。

2.2.1.1.2.2 非常用高圧母線への電力供給について

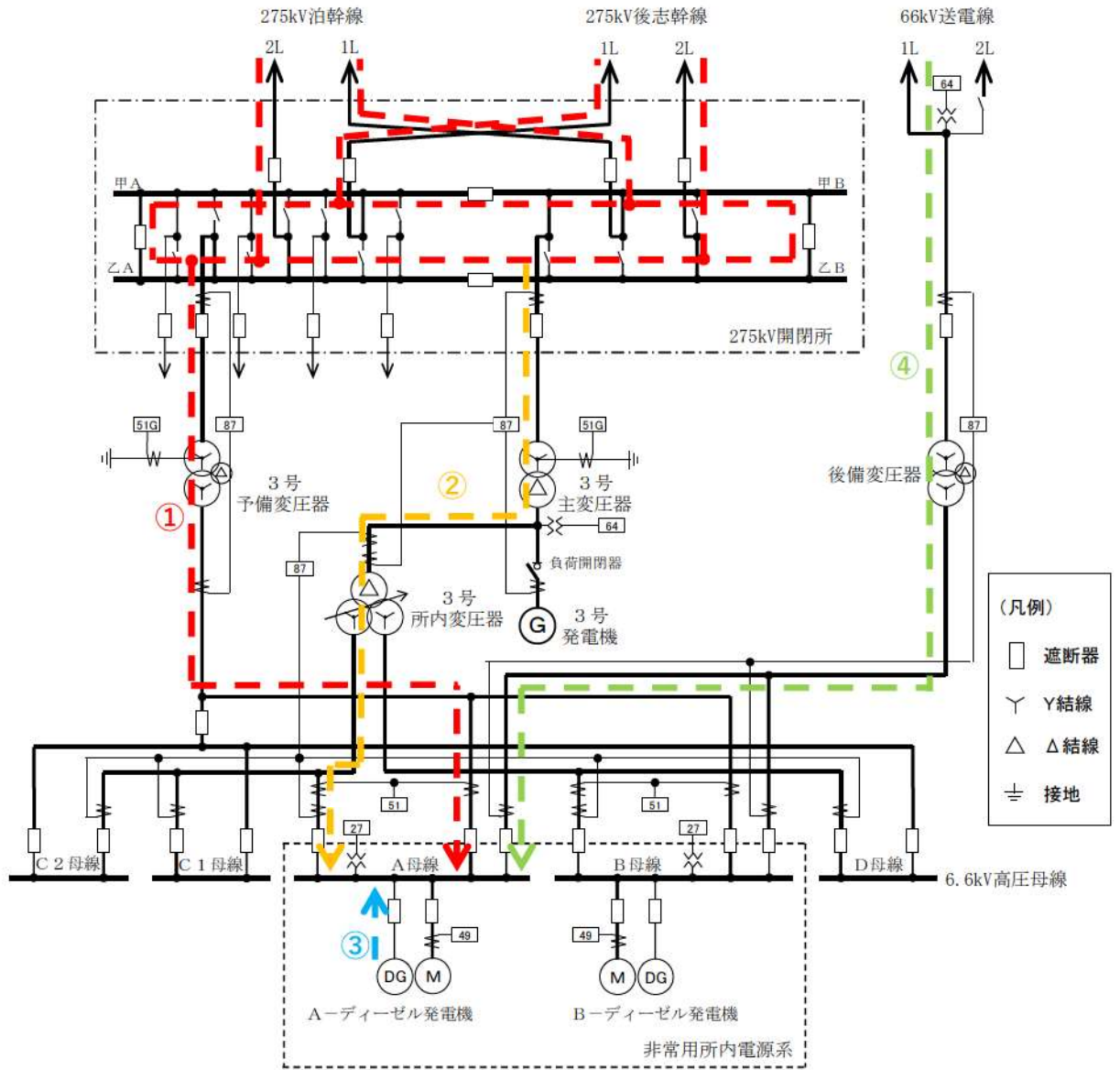
泊発電所は、275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）2ルート各2回線及び66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1ルート2回線で電力系統に連系している。

非常用高圧母線は、以下の方法にて受電可能である。

- ①通常時、275kV 開閉所内にある275kV ガス絶縁開閉装置を介し、予備変圧器より受電する。
- ②予備変圧器から受電できない場合、通常運転時は発電機より発生した電力を所内変圧器を介して受電する。また、発電用原子炉の停止時は275kV 開閉所内にある275kV ガス絶縁開閉装置から主変圧器を介し、所内変圧器より受電する。
- ③予備変圧器及び所内変圧器から受電できない場合、ディーゼル発電機から受電する。
- ④ディーゼル発電機から受電できない場合、66kV ガス絶縁開閉装置を介し、後備変圧器から受電する設計とする。

非常用高圧母線への電力供給を第2.2.1.9 図に示す。

外部電源に直接接続しており、安全施設へ電力供給を行う変圧器は、予備変圧器、主変圧器及び後備変圧器である。



第 2. 2. 1. 9 図 非常用高压母線への電力供給

2.2.1.1.2.3 1相開放故障時における検知性

(1)送電線引込み部以外での1相開放故障

外部電源に直接接続している対象変圧器（予備変圧器及び主変圧器）1次側の接続部位は、送電線の引込み部を除き米国バイロン2号炉のように全面的に気中に露出した架線接続ではなく、接地された筐体内等に配線された構造である。（第2.2.1.10図参照）

後備変圧器の1次側の接続部位は、送電線接続部についてもケーブルによる引込みのため、米国バイロン2号炉のように気中に露出した架線部はなく、接地された筐体内等に配線された構造となるように設計する。

筐体内等の導体においては、断線による1相開放故障が発生したとしても、接地された筐体等を通じ完全地絡となることで、比率差動継電器（87）及び地絡過電圧継電器（64）による検知が可能である。

予備変圧器の比率差動継電器（87）等が動作した場合は、1相開放故障が発生した部位が自動で隔離されるとともに、所内変圧器からの非常用高圧母線への電源供給に切り替わる。

主変圧器の比率差動継電器（87）等が動作した場合は、1相開放故障が発生した部位が自動で隔離されるとともに、ディーゼル発電機が自動起動し非常用高圧母線に電源供給される。

したがって、変圧器1次側の3相のうち1相開放故障が発生した状態が検知されることなく、非常用母線への給電が維持されることはない。（別紙3、4）



予備変圧器



主変圧器

第2.2.1.10図 変圧器1次側接続部

(2) 送電線引込み部の 1 相開放故障

第2.2.1.9図の受電経路において米国パイロン2号炉のように導体が気中へ露出した類似箇所は第2.2.1.11図のとおり開閉所の送電線引込み部（遮風建屋～ブッシング）である。



275kV 開閉所



275kV ブッシング

第 2. 2. 1. 11 図 送電線引込み部

a. 275kV送電線引込み部での 1 相開放故障発生

275kV 送電線 4 回線の電源は 275kV 開閉所にて連系しているため、①及び②の受電経路で受電する場合に 275kV 送電線 1 回線にて 1 相開放故障が発生しても非常用高圧母線の電圧に変化が生じることはない。

この場合、毎日実施する「巡視点検」にて電路の健全性を確認することにより、1 相開放故障を目視で検知することが可能である。

泊発電所では毎日実施する巡視点検時に確認すべき項目として、運転要領にて第 2.2.1.1 表のとおり定めており、1 日 1 回以上パトロールを実施することで 1 相開放故障の発見が可能である。

したがって、1 相開放故障が発生した状態が検知されることなく、1 相開放故障が発生した変圧器を経由した非常用母線への給電が維持されることはない。

第 2.2.1.1 表 巡視確認項目

巡視機器	点検項目
開閉所屋外機器	外観の異常の有無

b. 66kV送電線引込み部の 1 相開放故障発生

66kV 送電線は④の受電経路にて、後備変圧器を介し非常用高圧母線に電源供給を行う設計とするが、ディーゼル発電機が故障した場合のバックアップである。

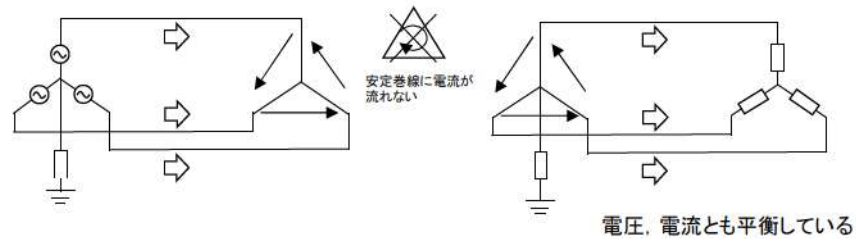
通常、後備変圧器は無負荷状態で待機しており、電流が流れていないことから電流計による 1 相開放故障の検知は難しい。

ただし、引留鉄構等の米国バイロン 2 号で発生した事故と類似した箇所については、米国バイロン 2 号機と異なり、導体の断線が起きないケーブル引き込みにより 66kV 開閉所（後備用）に接続する設計とする。仮に、接続先のガス絶縁開閉装置内で断線が発生した場合には、導体と接地された筐体間の絶縁距離が保てなくなるため地絡が発生し、地絡過電圧継電器（64）が動作する等、異常を検知することが可能な設計とする。（第 2.2.1.12 図参照）

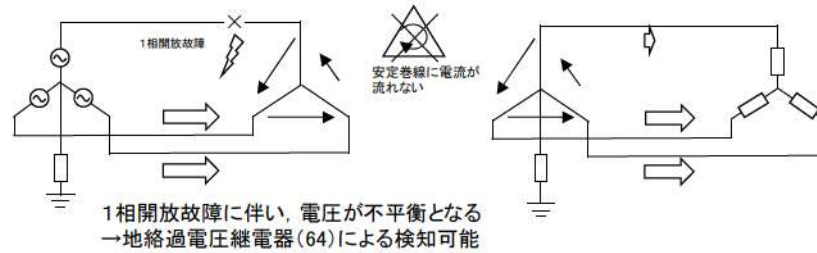
一方、後備変圧器に負荷が有る状態においては、1 次側で地絡・短絡を伴わない 1 相開放故障が発生した場合には、電流計による確認を実施することで検知することができる設計とする。

したがって、1 相開放故障が発生した状態が検知されることなく、1 相開放故障が発生した変圧器を経由した非常用母線への給電が維持されることはない。

【1相開放故障前】



【1相開放故障後】



第 2. 2. 1. 12 図 地絡過電圧継電器 (64) による検知 (イメージ) (後備変圧器)

2. 2. 1. 1. 2. 4 1 相開放故障時に非常用高圧母線へ電源供給した場合の検知性

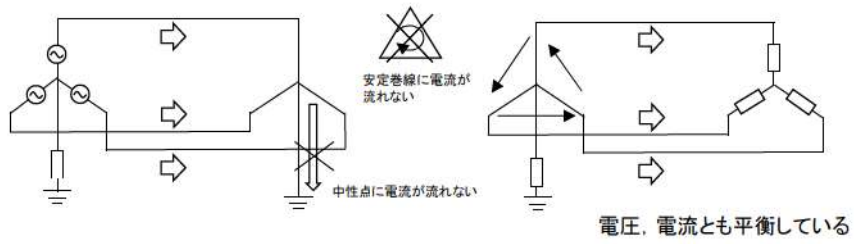
仮に対象変圧器 (予備変圧器, 主変圧器及び後備変圧器) 1 次側に 3 相中 1 相が欠相した電力が供給され, 非常用高圧母線に給電した場合の検知性について負荷の状態を踏まえて以下のとおり示す。

変圧器の 1 次側において 1 相開放故障が発生した場合, 以下の事象が発生する (第 2. 2. 1. 13～14 図参照)。

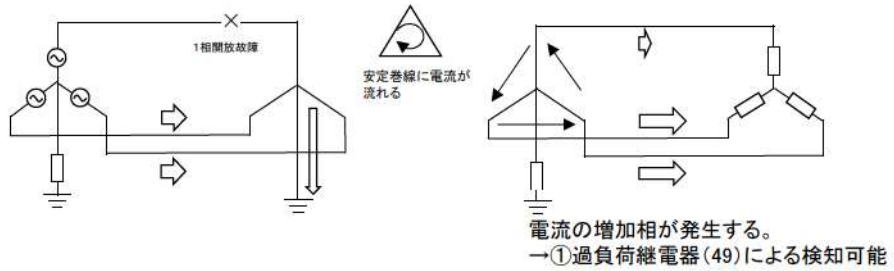
- ① 電動機に逆相電流が流れるため, 各相の電流が不平衡になり, 電動機電流の増加相が発生する。
- ② 変圧器の 1 次側の中性点に電流が流れる。

したがって, 上記事象①②を検知することにより, 変圧器 1 次側に 1 相開放故障が発生した場合の検知性向上の対策を図る。

【1相開放故障前】

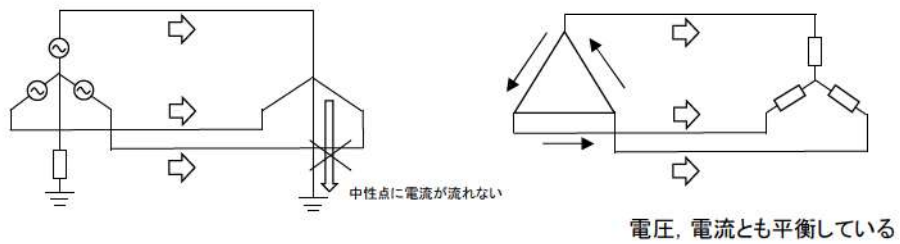


【1相開放故障後】

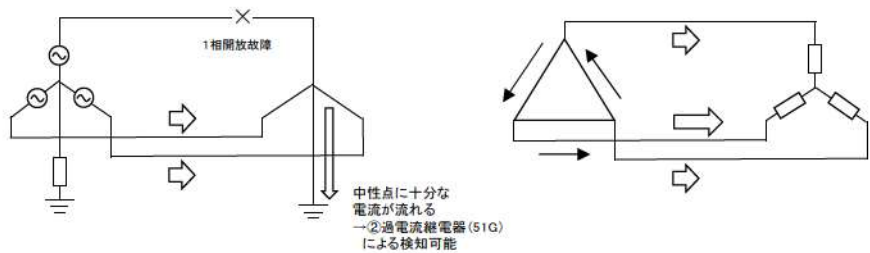


第 2. 2. 1. 13 図 過負荷継電器 (49) による検知 (イメージ) (予備変圧器)

【1相開放故障前】



【1相開放故障後】



第 2. 2. 1. 14 図 地絡過電流継電器 (51G) による検知 (イメージ) (主変圧器)

上記事象は、変圧器の1次側において1相開放故障が発生した条件により検知できる保護継電器が異なる。1相開放故障の発生条件に応じた保護継電器による検知方法を第2.2.1.2表に示す。

第 2.2.1.2 表 検知性向上対策

1 相開放故障の発生条件		検知可否※1	保護継電器	検知後の対処	参照図
発生場所	変圧器の状態				
予備変圧器 1 次側	負荷有	△	過負荷継電器 (49)	複数の電動機に過負荷継電器 (49) の警報又はトリップが発生することにより、1 相開放故障の発生を想定し、電圧等を確認後、手動にて発生箇所を隔離する。	第 2.2.1.13 図
		△	地絡過電流継電器 (51G)	予備変圧器 1 次側遮断器が自動開放し、所内変圧器に接続する遮断器が自動で投入され、非常用高圧母線に電源供給を行う。	第 2.2.1.14 図
	無負荷	×	なし※2		
主変圧器 1 次側	負荷有	△	過負荷継電器 (49)	複数の電動機に過負荷継電器 (49) の警報又はトリップが発生することにより、1 相開放故障の発生を想定し、電圧等を確認後、手動にて発生箇所を隔離する。	第 2.2.1.13 図
		△	地絡過電流継電器 (51G)	主変圧器 1 次側遮断器が自動開放し、非常用高圧母線の不足電圧継電器 (27) が動作することで、ディーゼル発電機が自動起動、投入される。	第 2.2.1.14 図
	無負荷	×	なし※2		
後備変圧器 1 次側	負荷有	△	過負荷継電器 (49)	複数の電動機に過負荷継電器 (49) の警報又はトリップが発生することにより、1 相開放故障の発生を想定し、電圧等を確認後、手動にて発生箇所を隔離する。	第 2.2.1.13 図
	無負荷	×	なし※2		

※1. ○：検知可能 △：検知可能な場合と不可能な場合あり

×：検知できないことを示す

※2. 無負荷なので安全上の問題に至ることはない。

2.2.1.1.2.5 1相開放故障時の対応操作について

1相開放故障の発生箇所ごとに応じた識別方法と対応操作を第2.2.1.3～6表に示す。

第2.2.1.3表 1相開放故障発生箇所の識別とその後の対応操作（通常運転時）

発生箇所	識別方法	切離し 操作	対応操作	別紙
275kV 送電線	目視にて確認	手動	残り3回線で電源供給を維持する。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.1(1)
66kV 送電線	後備変圧器1次側の地絡過電圧継電器(64)にて検知	手動	後備変圧器は通常、非常用高圧母線と隔離されている。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.1(2)
予備変圧器1次側	予備変圧器又は275kV母線の比率差動継電器(87)にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、所内変圧器からの電源供給に切り替わる。	4.1(3)
	予備変圧器の地絡過電流継電器(51G)にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、所内変圧器からの電源供給に切り替わる。	4.1(4)
	過負荷継電器(49)にて検知	手動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、所内変圧器からの電源供給に切り替わる。	4.1(5)

第 2.2.1.4 表 1 相開放故障発生箇所の識別と

その後の対応操作（発電用原子炉の起動又は停止中）

発生箇所	識別方法	切離し 操作	対応操作	別紙
275kV 送電線	目視にて確認	手動	残り 3 回線で電源供給を維持する。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.2(1)
予備変圧器 1 次側	予備変圧器又は 275kV 母線の比率差動継電器 (87) にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、所内変圧器からの電源供給に切り替わる。	4.2(2)
	予備変圧器の地絡過電流継電器 (51G) にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、所内変圧器からの電源供給に切り替わる。	4.2(3)
	過負荷継電器 (49) にて検知	手動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、所内変圧器からの電源供給に切り替わる。	4.2(4)
66kV 送電線	後備変圧器 1 次側の地絡過電圧継電器 (64) にて検知	手動	後備変圧器は通常、非常用高圧母線と隔離されている。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.2(5)

なお、後備変圧器は通常、非常用高圧母線に電源供給を行わない設計とするが、後備変圧器を用いた電源供給時の1相開放故障発生箇所ごとに応じた識別方法と対応操作を第2.2.1.5表に示す。

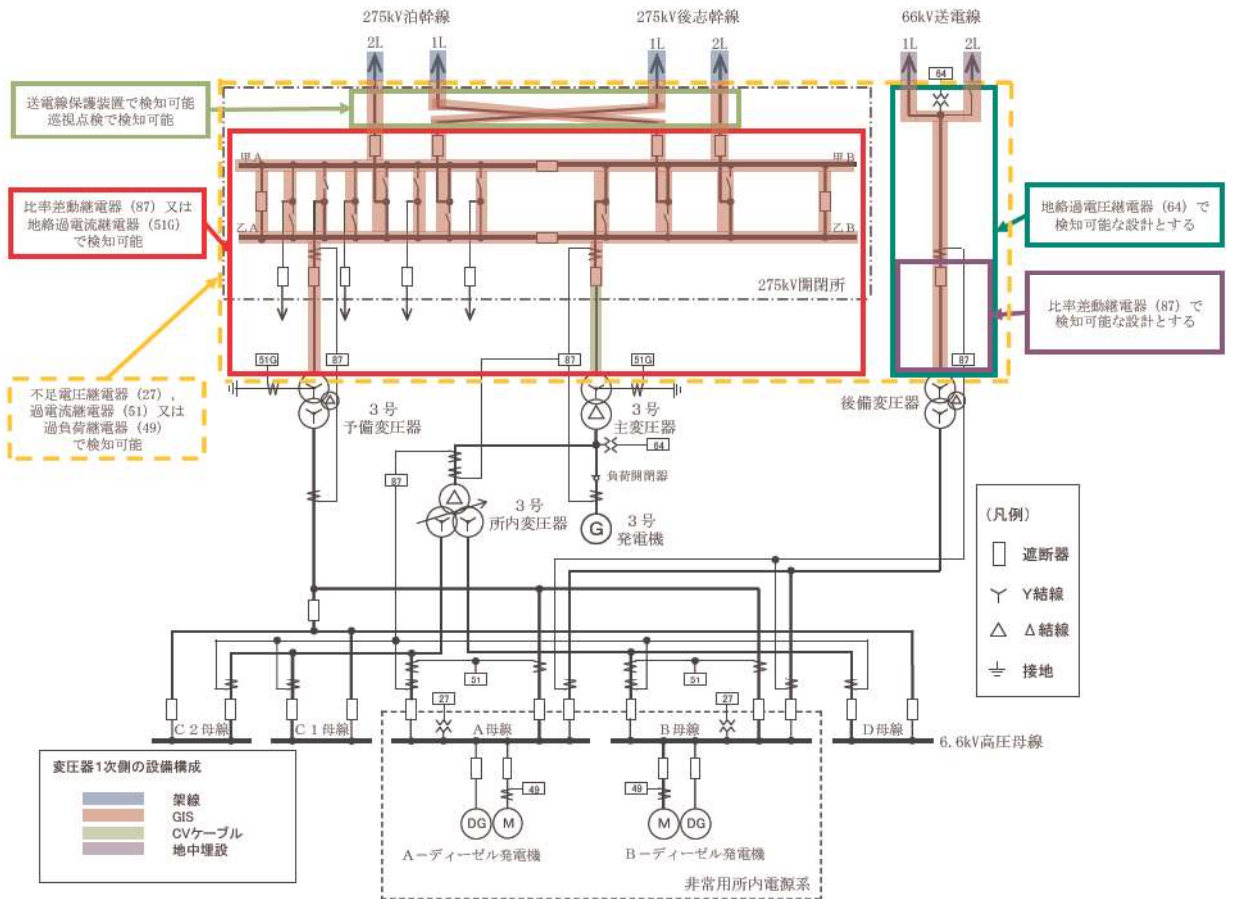
第2.2.1.5表 1相開放故障発生箇所の識別とその後の対応操作（後備変圧器使用時）

発生箇所	識別方法	切離し操作	対応操作	別紙
275kV送電線	目視にて確認	手動	残り3回線で電源供給を維持する。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.3(1)
後備変圧器1次側	後備変圧器の比率差動継電器(87)にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、不足電圧継電器(27)が動作し、ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.3(2)
	過負荷継電器(49)にて検知	手動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、不足電圧継電器(27)が動作し、ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.3(3)
	不足電圧継電器(27)にて検知	自動	ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.3(4)
66kV送電線	後備変圧器1次側の地絡過電圧継電器(64)にて検知	手動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、不足電圧継電器(27)が動作し、ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.3(5)

第 2.2.1.6 表 1 相開放故障発生箇所の識別とその後の対応操作（所内変圧器使用時）

発生箇所	識別方法	切離し操作	対応操作	別紙
275kV 送電線	目視にて確認	手動	残り 3 回線で電源供給を維持する。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.4(1)
主変圧器 1 次側	主変圧器又は 275kV 母線の比率差動継電器 (87) にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、不足電圧継電器 (27) が動作し、ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.4(2)
	主変圧器の地絡過電流継電器 (51G) にて検知	自動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、不足電圧継電器 (27) が動作し、ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.4(3)
	過負荷継電器 (49) にて検知	手動	非常用高圧母線の電圧が喪失することで、不足電圧継電器 (27) が動作し、ディーゼル発電機から電源供給を行う。	4.4(4)
66kV 送電線	後備変圧器 1 次側の地絡過電圧継電器 (64) にて検知	手動	後備変圧器は通常、非常用高圧母線と隔離されている。 (非常用高圧母線の電圧に変化なし)	4.4(5)

変圧器の1次側において1相開放故障が発生した場合の検知方法及び適用範囲について第2.2.1.15図に示す。



第2.2.1.15図 1相開放故障が発生した場合の検知方法及び適用範囲について

(4)まとめ

米国バイロン2号炉のように導体が気中へ露出した類似箇所において1相開放故障が発生しても、275kV送電線においては巡視点検等による早期発見が可能であるとともに、4回線で構成されているため電力供給が不安定になることはない。66kV送電線に1相開放故障が発生した場合は、不足電圧継電器による検知が可能な設計とする。

また、架線部以外で発生した場合に、地絡・短絡を伴うことが予想されることから既存の保護継電器にて検知が可能である。

仮に1相開放故障が発生した場合にも、その兆候を捉えることができれば、待機側の電源系の切替えや、ディーゼル発電機の起動により、安全上の問題に至る前に、事象を収束することが可能である。

運転員の1相開放故障発生時の対応を確実にするため、運転・監視業務に関する文書類に1相開放（欠相）が発生した場合の兆候、対応について記載している。

2.2.1.1.3 電気設備の保護

開閉所(母線等)、変圧器、その他の関連する電気系統の機器の故障により発生する短絡、地絡、母線の低電圧、過電流等に対し、保護継電装置により検知できる設計としており、検知した場合には、保護継電装置からの信号により、遮断器等により故障箇所を隔離し、故障による影響を局所化し、他の電気系統の安全性への影響を限定できる設計とする。外部電源系の保護継電装置を第2.2.1.7表に示す。

第 2. 2. 1. 7 表 外部電源系保護継電装置

設備名	保護継電装置の種類
275kV 送電線	PCM 電流差動リレー方式 (87) 短絡方向距離リレー方式 (44S) 地絡方向距離リレー方式 (44G)
66kV 送電線	回線選択リレー方式 (50) 過電流リレー方式 (51) 短絡方向距離リレー方式 (44S) 地絡方向リレー方式 (67G)
275kV 母線	電流差動継電器 (87)
発電機	過電流継電器 (51) 比率差動継電器 (87) 逆相電流継電器 (46) 界磁喪失継電器 (40) 地絡過電圧継電器 (64) 発電主回路地絡過電圧継電器 (64) 逆電力継電器 (67) 固定子冷却水差圧継電器 (63)
主変圧器	比率差動継電器 (87) 地絡過電流継電器 (51G)
所内変圧器	比率差動継電器 (87) 過電流継電器 (51) 地絡過電圧継電器 (64)
予備変圧器	比率差動継電器 (87) 過電流継電器 (51) 地絡過電圧継電器 (64) 地絡過電流継電器 (51G)
後備変圧器	比率差動継電器 (87) 過電流継電器 (51) 地絡過電圧継電器 (64)
非常用高圧母線	過電流継電器 (51) 不足電圧継電器 (27)
ディーゼル発電機	比率差動継電器 (87) 過電流継電器 (51)
負荷 (電動機類)	過電流継電器 (50-51)

※工事計画書に記載の保護継電装置についても追記した。

2.2.1.2 電気系統の信頼性

重要安全施設に対する電気系統については、系統分離を考慮した母線によって構成するとともに、電気系統を構成する個々の機器が信頼性の高いものであって、非常用所内電源系からの受電時等の母線切替操作が容易である設計とする。

2.2.1.2.1 系統分離を考慮した母線構成

通常時は、275kV 開閉所から予備変圧器を介して非常用高圧母線へ給電する設計とする。

また、66kV 送電線を予備電源として使用することも可能な設計とする。非常用母線を2母線確保することで、多重性を損なうことなく、系統分離を考慮して母線を構成する設計とする。

詳細な系統構成は2.2.1.1.2.2項参照。

2.2.1.2.2 電気系統を構成する個々の機器の信頼性

電気系統を構成する送電線（275kV送電線（泊幹線及び後志幹線）及び66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。）））、母線、変圧器、非常用電源系、その他関連する機器については、電気学会電気規格調査会にて定められた規格（JEC）、日本産業規格（JIS）等で定められた適切な仕様を選定し、信頼性の高い設計とする。

2.2.1.2.3 非常用所内電源系からの受電時等の母線の切替操作

重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器で、その機能を達成するために電力を必要とするものについては、非常用高圧母線から電源供給可能な構成とし、非常用高圧母線は外部電源並びにディーゼル発電機のいずれからも受電できる構成としている(第2.2.1.16図参照)。

【設置許可基準規則第33条 第1項】

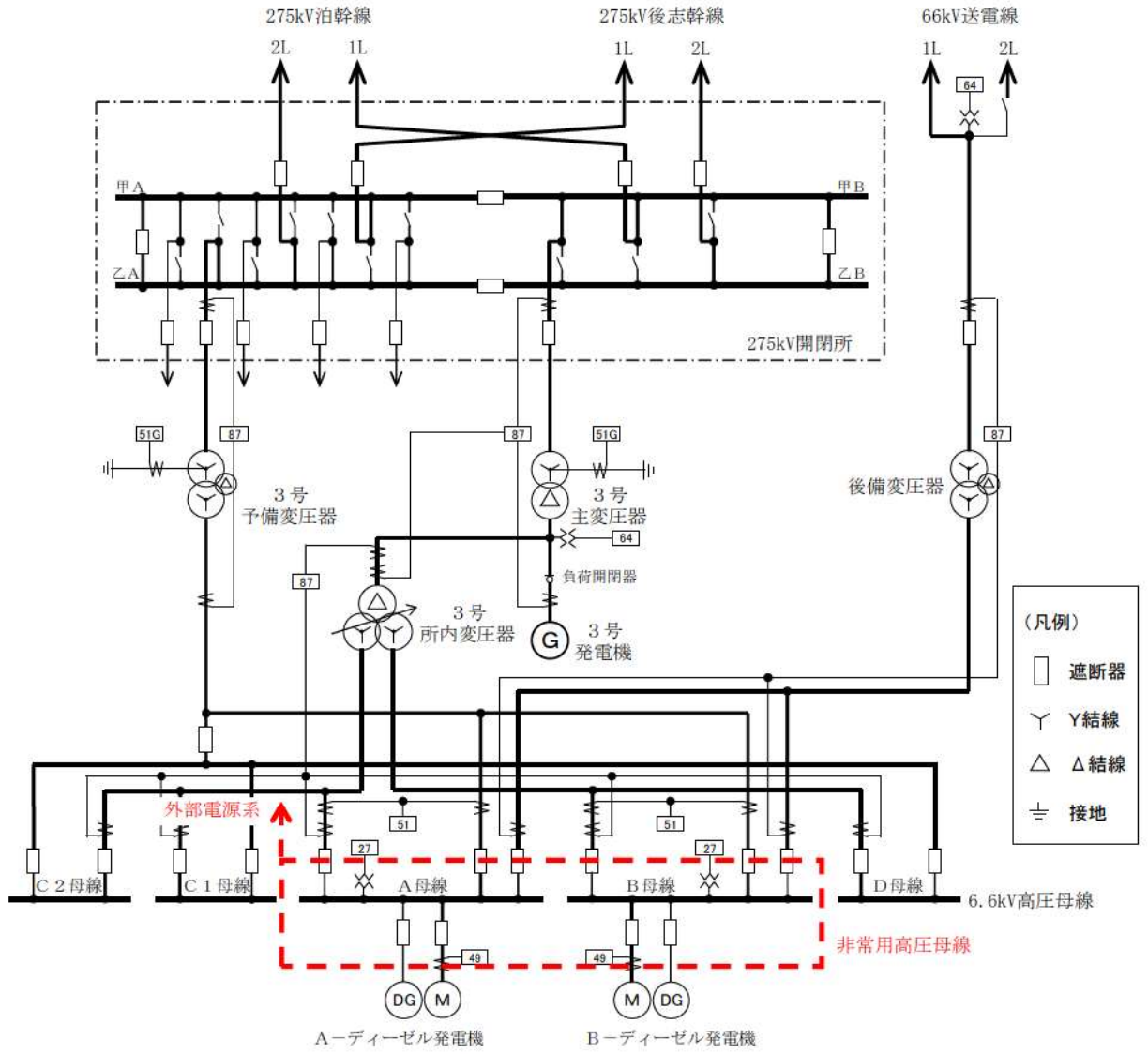
このうち、外部電源については、送電線に接続する遮断器や断路器等を設置した275kV開閉所機器、66kV開閉所(後備用)機器及び開閉所電圧を降圧する変圧器から構成される。

開閉所機器及び変圧器については、送電線や所内電源の切替操作が容易に実施可能なように操作スイッチ等を設ける設備構成としている。

【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈1, 第4項 解釈3, 解釈4】

非常用所内電源系は、予備変圧器から受電できない場合、所内変圧器への自動切替が可能であり、予備変圧器及び所内変圧器から受電できない場合、ディーゼル発電機からの受電に自動切替される。また、予備変圧器、所内変圧器、ディーゼル発電機から受電できない場合、後備変圧器からの受電に手動切替する設計とする等、安全施設への電力の供給が停止することがない構成としている。

【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈1】



第 2. 2. 1. 16 図 所内単線結線図

非常用高圧母線は、通常時は 275kV 開閉所から予備変圧器を通して受電する。

通常時の受電経路は以下のとおり。

- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A) : 275kV 送電線→予備変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A)
- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B) : 275kV 送電線→予備変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B)

予備変圧器回路の故障時には、通常運転時は発電機より発生した電力を所内変圧器を通して受電するように切り替える。また、発電用原子炉の停止時は 275kV 送電線（泊幹線又は後志幹線）から主変圧器及び所内変圧器を通して受電するように切り替える。

通常運転時に予備変圧器回路が故障した場合の受電経路は以下のとおり。

- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A) : 発電機→所内変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A)
- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B) : 発電機→所内変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B)

発電用原子炉停止時に予備変圧器回路が故障した場合の受電経路は以下のとおり。

- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A) : 275kV 送電線→主変圧器→所内変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A)
- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B) : 275kV 送電線→主変圧器→所内変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B)

非常用高圧母線が 275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）及び発電機から受電できなくなった場合、A-ディーゼル発電機及びB-ディーゼル発電機は自動起動し、非常用高圧母線へ給電する。

275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）及び発電機から受電できなくなった場合の受電経路は以下のとおり。

- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A) : A-ディーゼル発電機→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A)
- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B) : B-ディーゼル発電機→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3B)

さらに、ディーゼル発電機から受電できなくなった場合、66kV送電線から後備変圧器を通しての給電へ手動切替する設計とする。

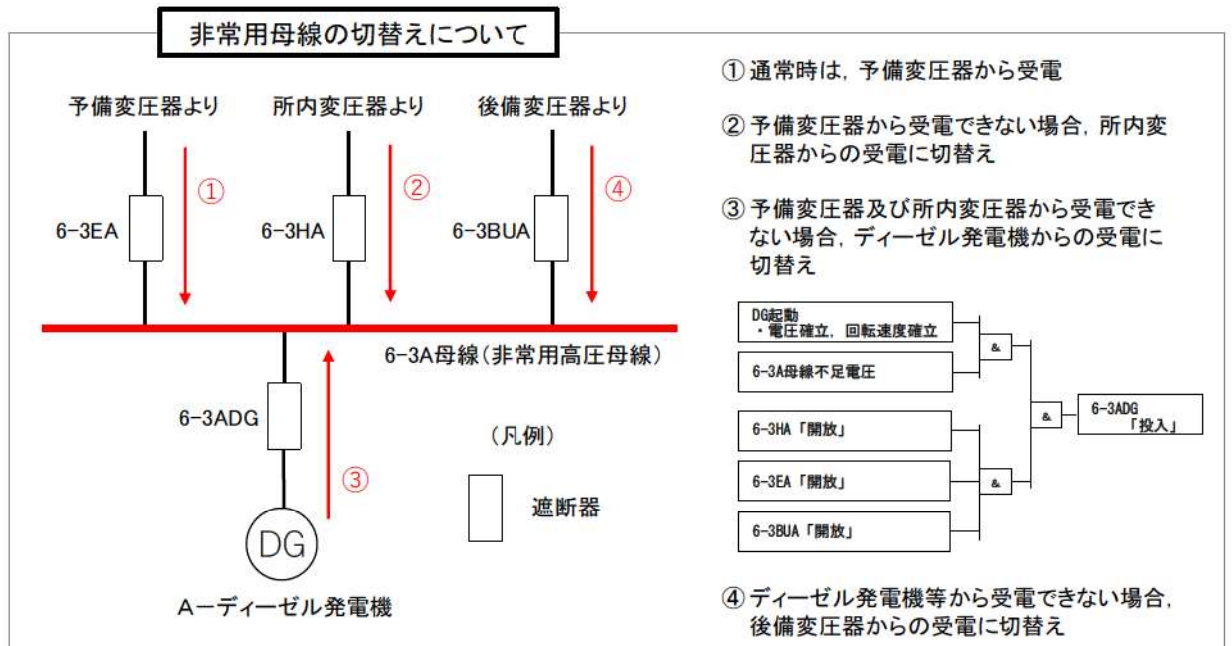
ディーゼル発電機から受電できなくなった場合の受電経路は以下のとおり。

- ・非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A) : 66kV 送電線→後備変圧器→非常用高圧母線 (6.6kV M/C 6-3A)

・非常用高圧母線(6.6kV M/C 6-3B):66kV 送電線→後備変圧器→非常用高圧母線(6.6kV M/C 6-3B)

なお、ディーゼル発電機への受電切替は、変圧器の故障等により母線電圧が低下したことを検知する不足電圧継電器の動作により自動切替する設計とする(第2.2.1.17図参照)。

【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈1】



第2.2.1.17図 非常用高圧母線の受電切替のイメージ

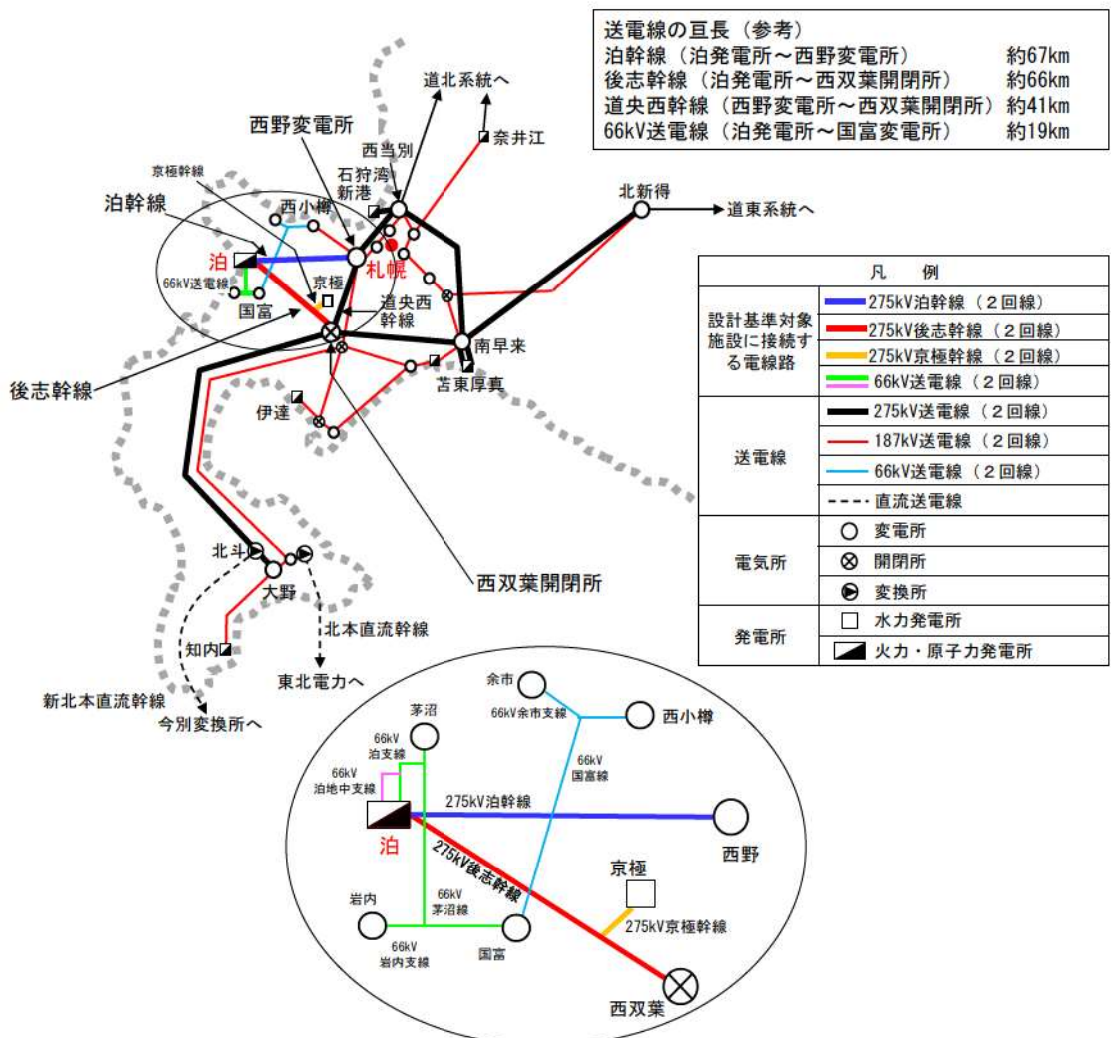
(A-ディーゼル発電機の例)

2.2.2 電線路の独立性

2.2.2.1 外部電源受電回路について

泊発電所は、275kV送電線4回線及び66kV送電線2回線の合計6回線で電力系統に連系し、275kV送電線（泊幹線）2回線1ルートが発電所から送電線互長で約67km離れた西野変電所に、275kV送電線（後志幹線）2回線1ルートが発電所から送電線互長で約66km離れた西双葉開閉所に、66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））2回線1ルートが発電所から送電線互長で約19km離れた国富変電所に連系する設計とする。

外部電源受電回路の送電系統図を第2.2.2.1図に示す。



第2.2.2.1図 送電系統図

2.2.2.2 複数の変電所又は開閉所との接続

275kV 送電線は、275kV 送電線（泊幹線）2回線1ルートが発電所から送電線亘長で約 67km 離れた西野変電所に、275kV 送電線（後志幹線）2回線1ルートが発電所から送電線亘長で約 66km 離れた西双葉開閉所に、66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））2回線1ルートが発電所から送電線亘長で約 19km 離れた国富変電所に連系する設計とする。

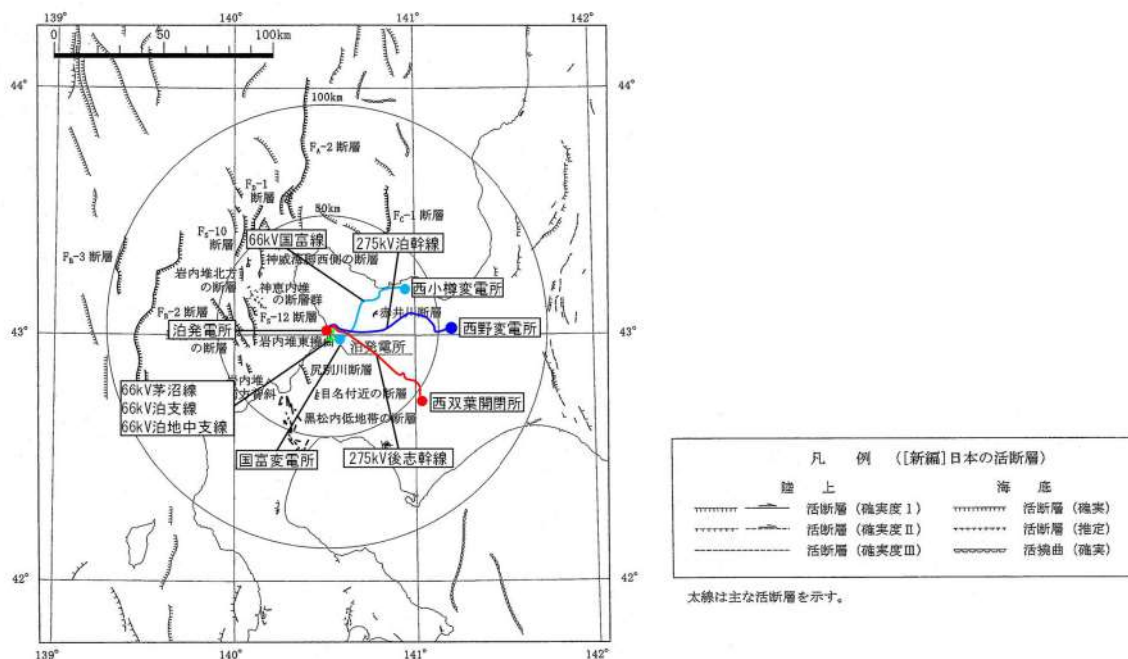
泊発電所は、複数の異なる変電所へ連系することにより、1つの変電所が停止することにより当該発電用原子炉施設に接続された送電線がすべて停止する事態に至らない設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 1 項，第 3 項 解釈 1，第 4 項 解釈 3，解釈 4】

2.2.2.2.1 変電所等と活断層等の位置

西野変電所，西双葉開閉所及び国富変電所は，共通する活断層の上部に設置されていない。泊発電所に接続する送電線等*と活断層との交差箇所はなく，断層運動による送電線への重大な影響はないものと判断している。第 2.2.2.2 図に変電所等と活断層との位置を示す。

西野変電所，西双葉開閉所及び国富変電所はそれぞれ独立しており，泊発電所から，直線距離で約 57km，約 52km，約 12km 離れた場所に設置し，位置的に分散している。



第 2. 2. 2. 2 図 変電所等と活断層の位置

* 「泊発電所に接続する送電線等」とは275kV送電線（泊幹線及び後志幹線），66kV送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））をいう。

なお、西野変電所、西双葉開閉所及び国富変電所は、第 2. 2. 2. 1 表のとおり、それぞれ標高約 300m、約 300m、約 150m にあり、津波の影響を受けない位置に設置している。

西野変電所、西双葉開閉所及び国富変電所については海岸からの距離が 11km、45km、10km と内陸部に位置しており、北海道が作成する津波浸水想定区域図には記載されておらず、津波の影響を受けない位置に設置していることを確認している。

第2. 2. 2. 1表 変電所及び開閉所の設置場所

電気所名	海岸からの距離	標高
西野変電所	11km	約300m
西双葉開閉所	45km	約300m
国富変電所	10km	約150m

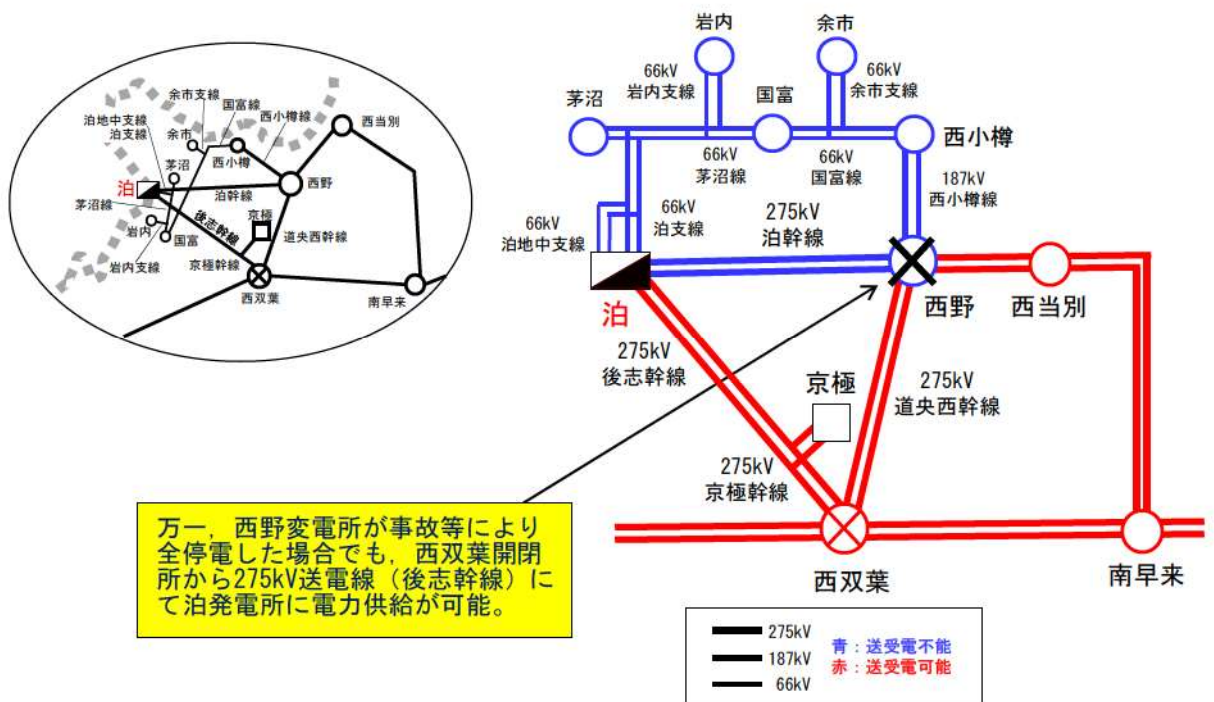
2.2.2.2.2 変電所又は開閉所の停止想定

2.2.2.2.2.1 西野変電所全停時の供給系統

275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）を含む 275kV 系統は、ループ状に形成しており供給信頼性の向上を図っている。

万一、西野変電所が事故等により全停電した場合には、第 2.2.2.3 図に示すとおり、西双葉開閉所から 275kV 送電線（後志幹線）にて泊発電所への電力供給が可能である。

【設置許可基準規則第 33 条 第 4 項 解釈 4】

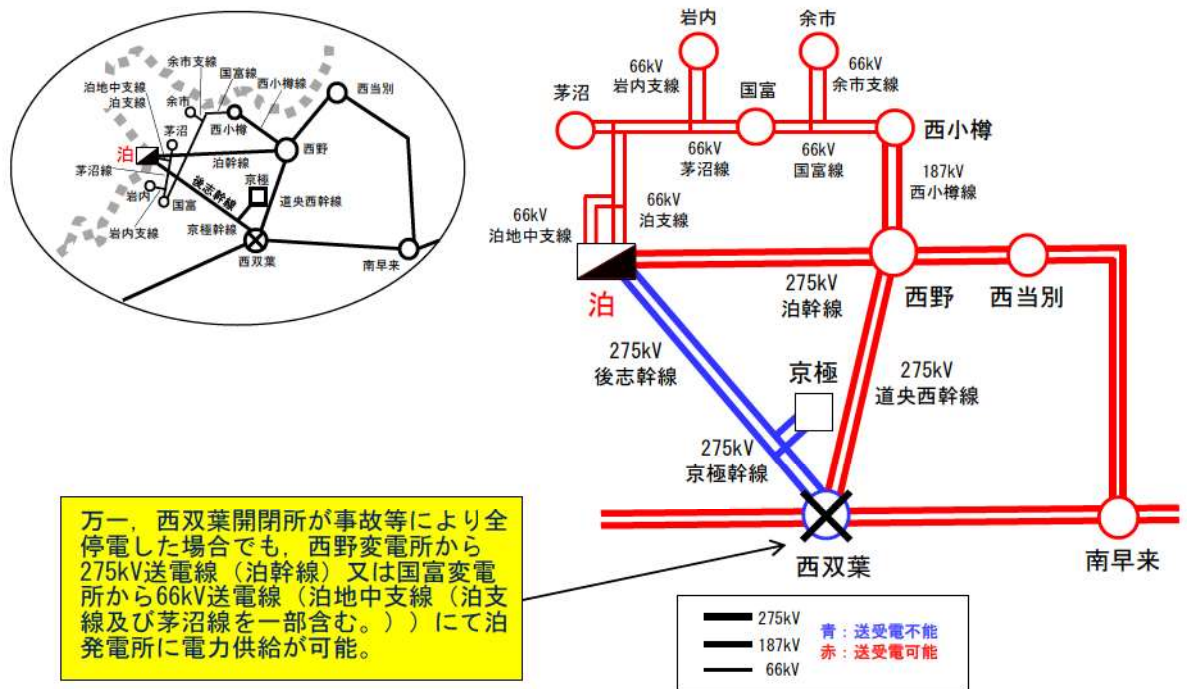


第 2.2.2.3 図 西野変電所全停時の供給系統

2.2.2.2.2 西双葉開閉所全停時の供給系統

西双葉開閉所が事故等により全停電した場合には、第 2.2.2.4 図に示すとおり、西野変電所から 275kV 送電線（泊幹線）又は国富変電所から 66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））にて泊発電所への電力供給が可能である。

【設置許可基準規則第 33 条 第 4 項 解釈 4】

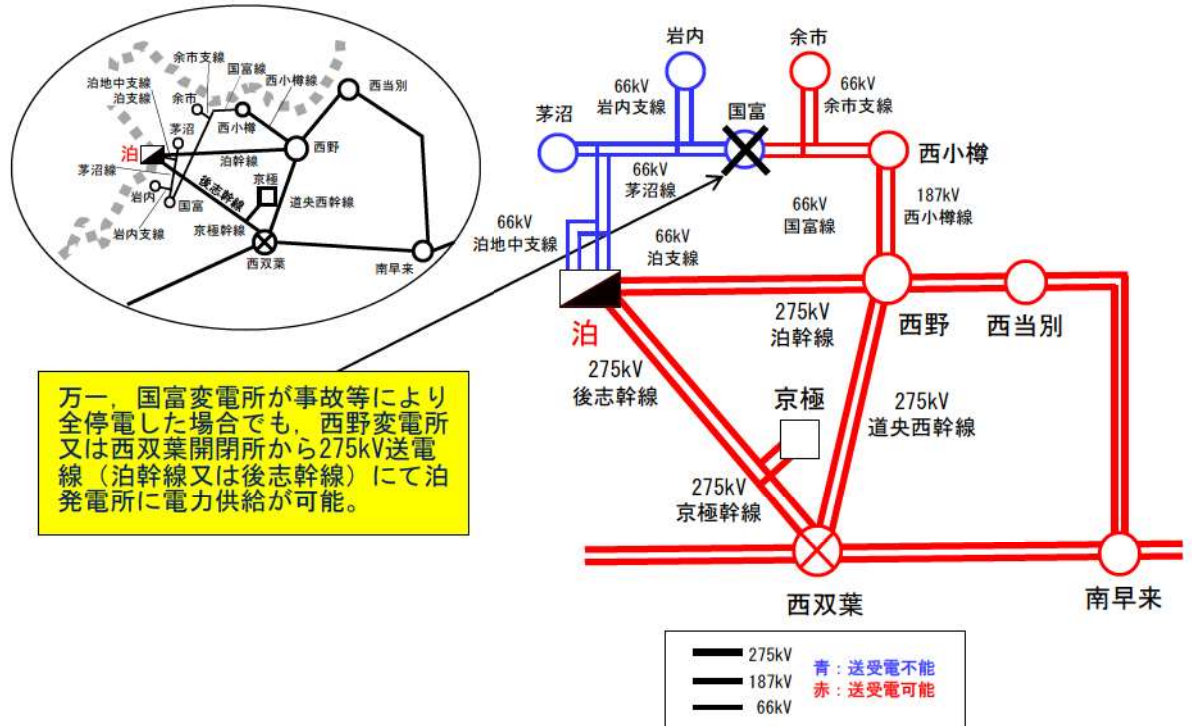


第 2.2.2.4 図 西双葉開閉所全停時の供給系統

2.2.2.2.3 国富変電所全停時の供給系統

国富変電所が事故等により全停電した場合には、第 2.2.2.5 図に示すとおり、西野変電所又は西双葉開閉所から 275kV 送電線（泊幹線又は後志幹線）にて泊発電所への電力供給が可能である。

【設置許可基準規則第 33 条 第 4 項 解釈 4】



第 2.2.2.5 図 国富変電所全停時の供給系統

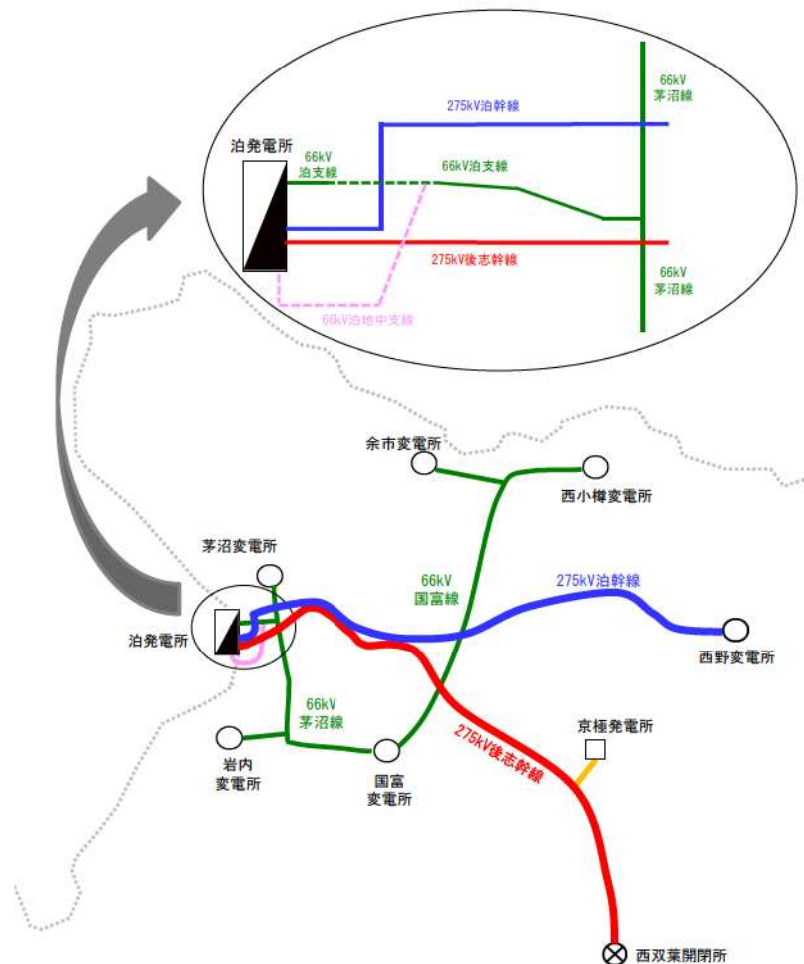
2.2.3 電線路の物理的分離

2.2.3.1 送電鉄塔への架線方法について

泊発電所に接続する送電線は、275kV 送電線 4 回線（泊幹線 2 回線，後志幹線 2 回線）と 66kV 送電線 2 回線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））であり、すべての送電線が同一鉄塔に架線されている箇所はなく、物理的に分離した設計とする。また、66kV 送電線（泊地中支線）は地中に埋設する設計とするため、275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）との交差・近接による影響はない。

すべての送電線が同一の送電鉄塔に架線しないよう、275kV 送電線（泊幹線）と、275kV 送電線（後志幹線）及び 66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））は別に送電鉄塔を備えており、物理的に分離した設計としている（第 2.2.3.1 図参照）。

【設置許可基準規則第 33 条 第 5 項 解釈 5】

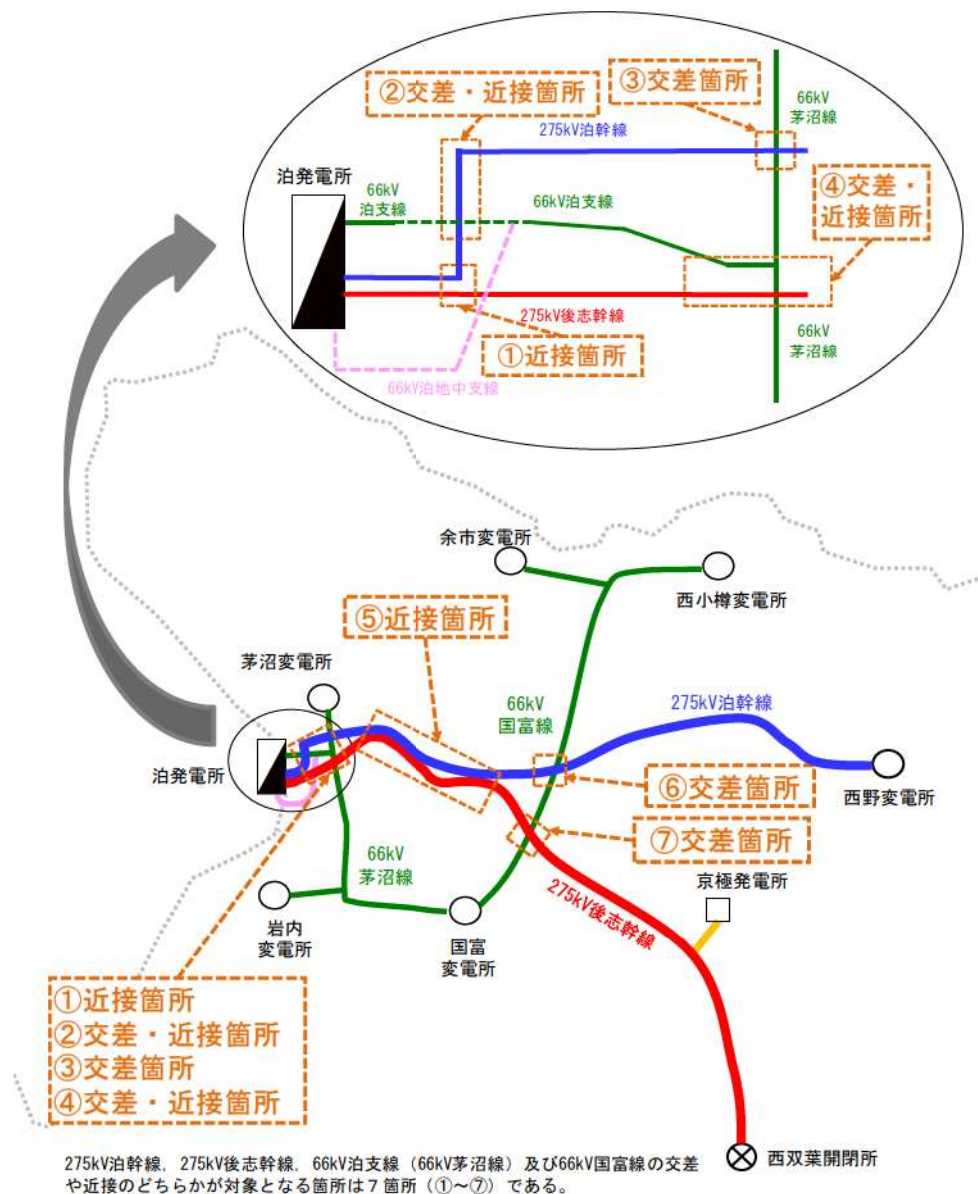


第 2.2.3.1 図 送電線ルート

なお、泊発電所に接続する送電線等には、第 2.2.3.2 図のとおり、発電所外において交差・近接する箇所が 5 箇所（①～⑤）ある。さらに、泊発電所に直接接続する送電線ではないが、国富変電所より上流の送電線である 66kV 国富線と 275kV 泊幹線が交差する箇所が 1 箇所（⑥）及び 66kV 国富線と 275kV 後志幹線が交差する箇所が 1 箇所（⑦）ある。

これらの箇所については、仮に 1 つの鉄塔が倒壊してもすべての送電線が同時に機能喪失しない鉄塔の配置となる設計とする。

また、構内の送電鉄塔は、重大事故等対処設備、防潮堤、アクセスルートへの影響を考慮する。



第 2.2.3.2 図 送電線の交差・近接箇所

泊発電所に接続する送電線等の交差・近接箇所の状況は、第2.2.3.1表のとおり。

第2.2.3.1表 送電線の交差・近接の状況

区 分	状 況
①近接箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 泊幹線 (No. 1) と 275kV 後志幹線 (泊発電所 275kV 開閉所～No. 1) の近接 ・275kV 後志幹線 (No. 1) と 275kV 泊幹線 (No. 1) の近接
②交差・近接箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 泊幹線 (No. 1～No. 3) と 66kV 泊支線 (No. 4～No. 5) の交差 ・275kV 泊幹線 (No. 3) と 66kV 泊支線 (No. 4) の近接
③交差箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 泊幹線 (No. 7～No. 8) と 66kV 茅沼線 (No. 64～No. 65) の交差
④交差・近接箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 後志幹線 (No. 5～No. 6) と 66kV 茅沼線 (No. 63～No. 64) の交差 ・275kV 後志幹線 (No. 4～No. 5) と 66kV 茅沼線 (No. 64) ～66kV 泊支線 (No. 2) の近接
⑤近接箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 泊幹線 (No. 12～No. 27) と 275kV 後志幹線 (No. 12～No. 27) の近接 ・275kV 泊幹線 (No. 30～No. 34) と 275kV 後志幹線 (No. 30～No. 34) の近接 ・275kV 後志幹線 (No. 12～No. 27) と 275kV 泊幹線 (No. 12～No. 27) の近接 ・275kV 後志幹線 (No. 30～No. 34) と 275kV 泊幹線 (No. 30～No. 34) の近接
⑥交差箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 泊幹線 (No. 53～No. 54) と 66kV 国富線 (No. 135～No. 136) の交差
⑦交差箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・275kV 後志幹線 (No. 48～No. 49) と 66kV 国富線 (No. 147～No. 148～No. 149) の交差

※「AとBの交差・近接」とは、Aの倒壊がBの停電に波及しうる位置関係にあることを示している。

泊発電所に接続する送電線等の交差・近接箇所において、万一、送電線事故が発生した場合における評価は、第 2.2.3.2 表のとおりであり、いずれの場合も泊発電所への電力供給が継続して可能である。

第 2.2.3.2 表 送電線の交差・近接箇所の評価結果

区 分	事故線路	状 況
①近接箇所	275kV 泊幹線 275kV 後志幹線	275kV 泊幹線が倒壊すると、近接する 275kV 後志幹線に接触し 2 ルートが停電となるが、66kV 泊地中支線で供給が可能
	275kV 後志幹線 275kV 泊幹線	275kV 後志幹線が倒壊すると、近接する 275kV 泊幹線に接触し 2 ルートが停電となるが、66kV 泊地中支線で供給が可能
②交差・近接箇所	275kV 泊幹線 66kV 泊支線	275kV 泊幹線と交差する 66kV 泊支線 (No. 4～No. 5) を地中化することから、275kV 泊幹線が倒壊しても 66kV 泊支線は停電せず、275kV 後志幹線及び 66kV 泊地中支線で供給が可能
	275kV 泊幹線 66kV 泊支線	275kV 泊幹線が倒壊しても、近接する 66kV 泊支線 (No. 4) を 275kV 泊幹線 (No. 3) の倒壊範囲の外側へ移設・建替することから 66kV 泊支線は停電せず、275kV 後志幹線及び 66kV 泊地中支線で供給が可能
③交差箇所	275kV 泊幹線 66kV 茅沼線	275kV 泊幹線が倒壊すると、交差する 66kV 茅沼線に接触し 2 ルートが停電となるが、275kV 後志幹線で供給が可能
④交差・近接箇所	275kV 後志幹線 66kV 茅沼線	275kV 後志幹線が倒壊すると、交差する 66kV 茅沼線又は近接する 66kV 泊支線に接触し 2 ルートが停電となるが、275kV 泊幹線で供給が可能
⑤近接箇所	275kV 泊幹線 275kV 後志幹線	275kV 泊幹線が倒壊すると、近接する 275kV 後志幹線に接触し 2 ルートが停電となるが、66kV 泊地中支線で供給が可能
	275kV 後志幹線 275kV 泊幹線	275kV 後志幹線が倒壊すると、近接する 275kV 泊幹線に接触し 2 ルートが停電となるが、66kV 泊地中支線で供給が可能
⑥交差箇所	275kV 泊幹線 66kV 国富線	275kV 泊幹線が倒壊すると、交差する 66kV 国富線に接触し 2 ルートが停電となるが、275kV 後志幹線で供給が可能
⑦交差箇所	275kV 後志幹線 66kV 国富線	275kV 後志幹線が倒壊すると、交差する 66kV 国富線に接触し 2 ルートが停電となるが、275kV 泊幹線で供給が可能

①近接箇所の状況

第 2.2.3.3 図に 275kV 送電線（泊幹線）と 275kV 送電線（後志幹線）の近接箇所の現地状況を示す。



第 2.2.3.3 図 ①近接箇所の現地状況 (1/3)



第 2.2.3.3 図 ①近接箇所の現地状況 (2/3)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



第 2. 2. 3. 3 図 ①近接箇所の現地状況 (3/3)

○想定状況 1/2 (近接)

1. 泊幹線 No. 1 の鉄塔が倒壊し、泊幹線が停電する。
2. 泊幹線 No. 1 の鉄塔が泊発電所 275kV 開閉所～後志幹線 No. 1 の電線に接触し、後志幹線が停電する。
3. 泊地中支線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

○想定状況 2/2 (近接)

1. 後志幹線 No. 1 の鉄塔が倒壊し、後志幹線が停電する。
2. 後志幹線 No. 1 の鉄塔が泊幹線 No. 1 付近の電線に接触し、泊幹線が停電する。
3. 泊地中支線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

②交差・近接箇所の状況


第 2. 2. 3. 4 図に 275kV 送電線（泊幹線）と 66kV 送電線（泊支線）の交差・近接箇所の現地状況を示す。

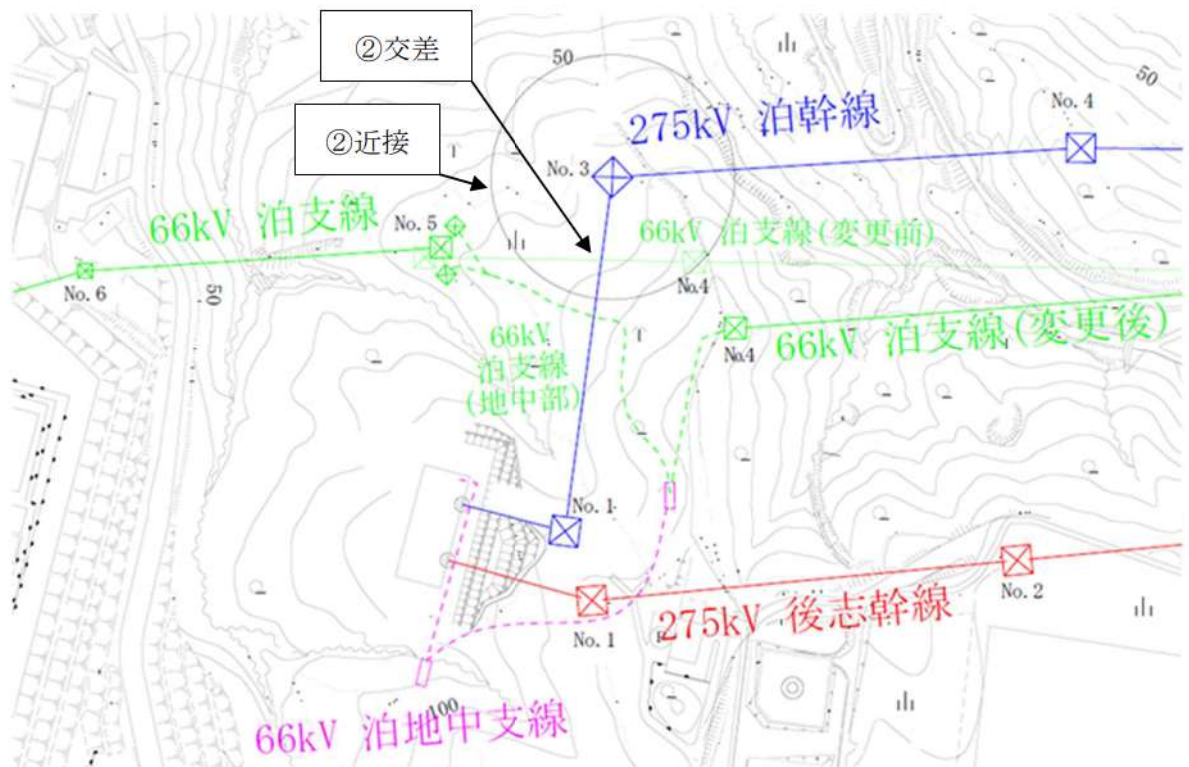


第 2. 2. 3. 4 図 ②交差・近接箇所の現地状況（1/3）



第 2. 2. 3. 4 図 ②交差・近接箇所の現地状況（2/3）

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



第 2. 2. 3. 4 図 ②交差・近接箇所の現地状況 (3/3)

○想定状況 1/2 (交差)

1. 泊幹線 No. 1 又は No. 3 の鉄塔が倒壊し、泊幹線が停電する。
2. 泊幹線 No. 1～No. 3 の電線と交差する泊支線 No. 4～No. 5 の電線を地中化することにより、泊幹線 No. 1～No. 3 の電線が落下しても泊支線は停電しない。
3. 泊地中支線の 2 回線及び後志幹線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

○想定状況 2/2 (近接)

1. 泊幹線 No. 3 の鉄塔が倒壊し、泊幹線が停電する。
2. 泊支線 No. 4 の鉄塔を泊幹線 No. 3 の鉄塔の倒壊範囲の外側へ移設・建替することにより、泊幹線は泊支線と接触しない。
3. 泊地中支線の 2 回線及び後志幹線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

③交差箇所の状況


第 2. 2. 3. 5 図に 275kV 送電線（泊幹線）と 66kV 送電線（茅沼線）の交差箇所の現地状況を示す。

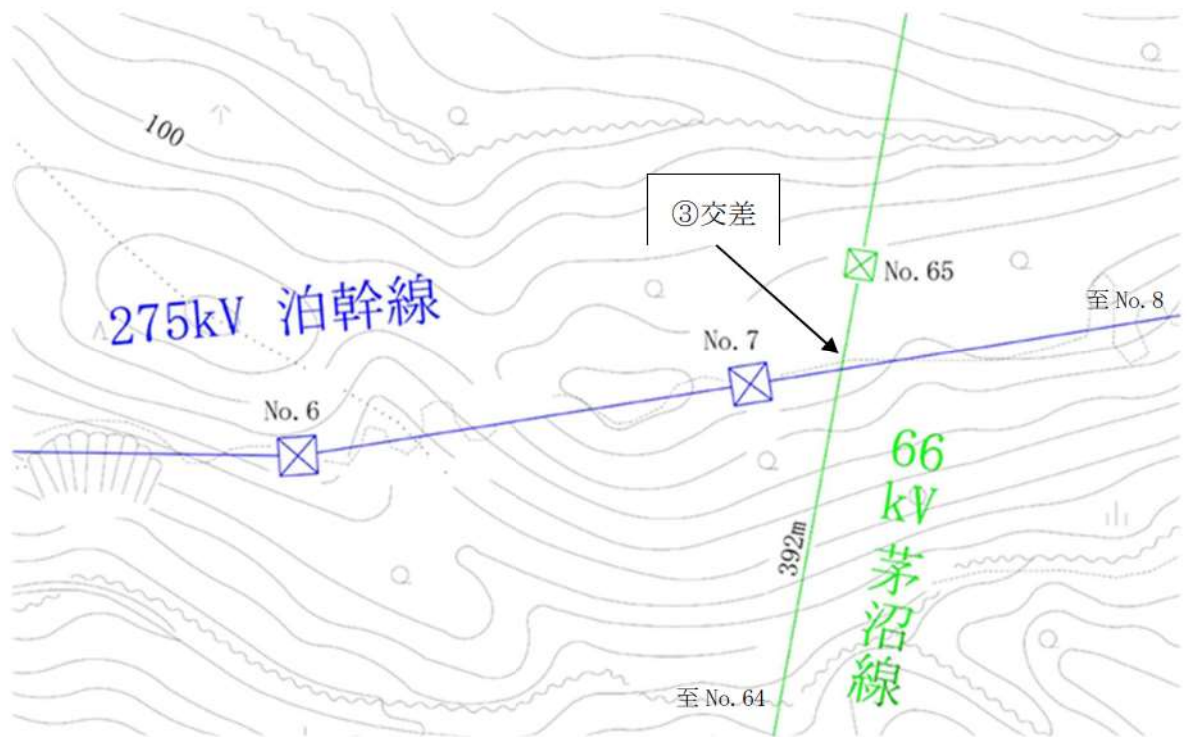


第 2. 2. 3. 5 図 ③交差箇所の現地状況 (1/3)



第 2. 2. 3. 5 図 ③交差箇所の現地状況 (2/3)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



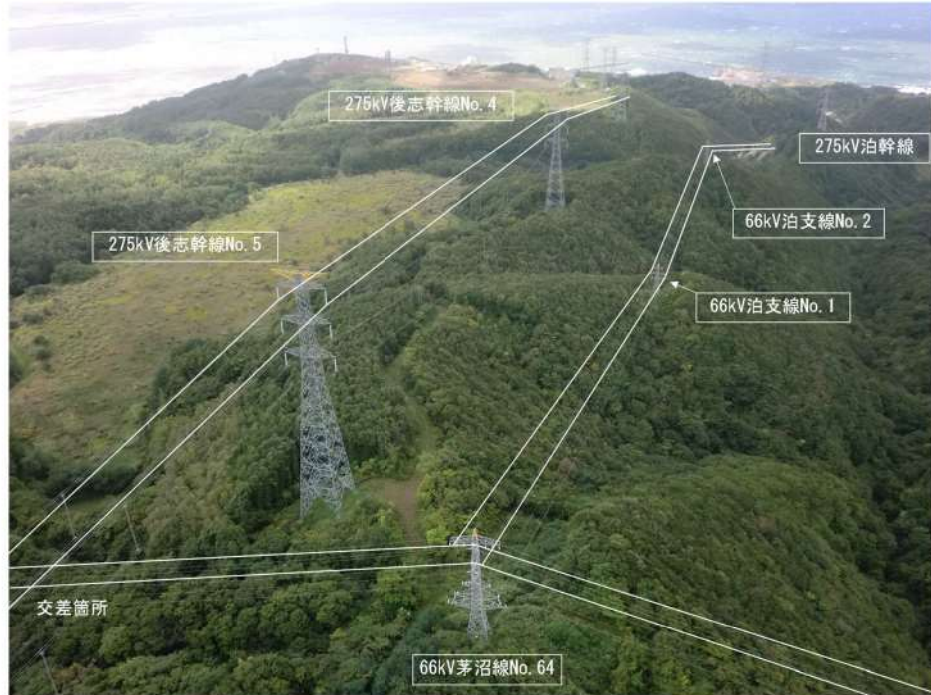
第 2. 2. 3. 5 図 ③交差箇所の現地状況 (3/3)

○想定状況 1/1 (交差)

1. 泊幹線 No. 7 又は No. 8 の鉄塔が倒壊し，泊幹線が停電する。
2. 泊幹線 No. 7～No. 8 の電線が落下して茅沼線 No. 64～No. 65 の電線と接触し，茅沼線が停電する。
3. 後志幹線の 2 回線が残り，泊発電所に電力供給が可能である。

④交差・近接箇所の状況

第 2. 2. 3. 6 図に 275kV 送電線（後志幹線）と 66kV 送電線（茅沼線）の交差・近接箇所の現地状況を示す。

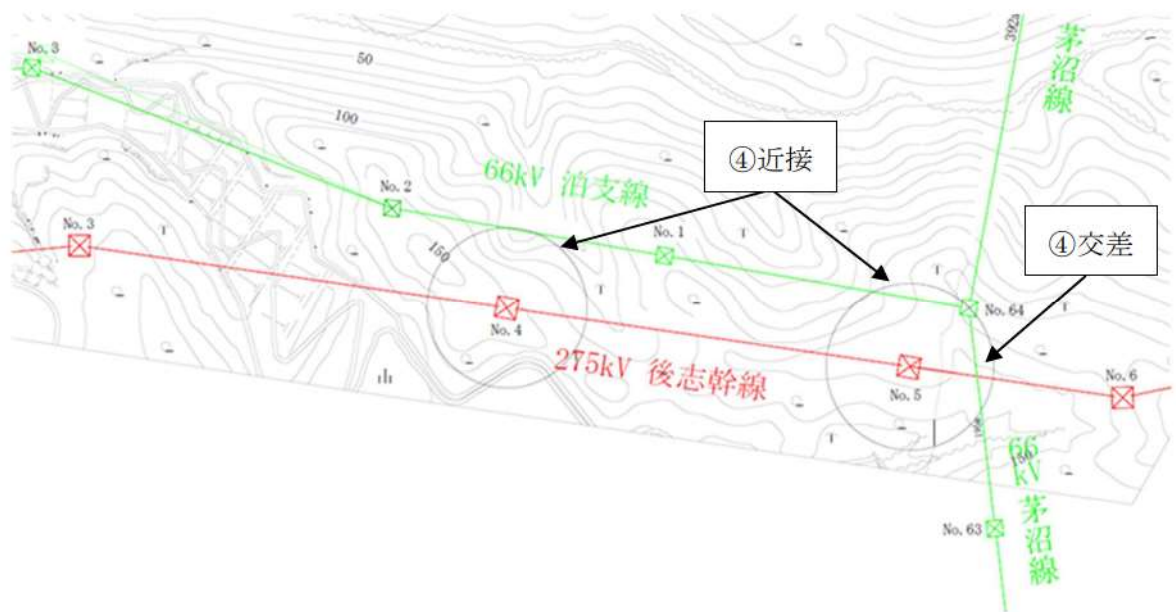


第 2. 2. 3. 6 図 ④交差・近接箇所の現地状況（1/3）



第 2. 2. 3. 6 図 ④交差・近接箇所の現地状況（2/3）

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



第 2. 2. 3. 6 図 ④交差・近接箇所の現地状況 (3/3)

○想定状況 1/2 (交差)

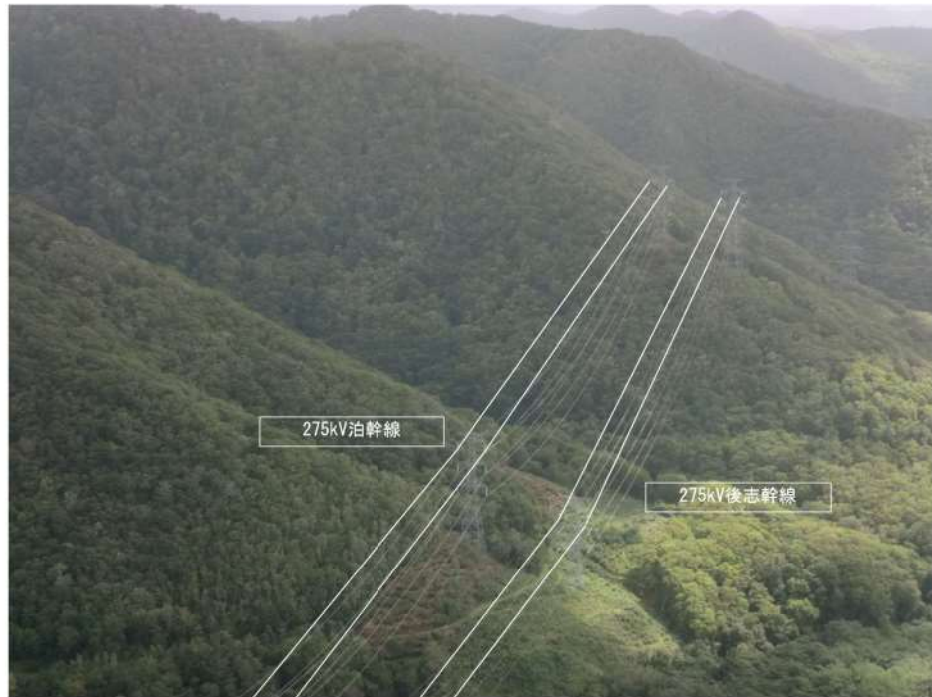
1. 後志幹線 No. 5 又は No. 6 の鉄塔が倒壊し、後志幹線が停電する。
2. 後志幹線 No. 5～No. 6 の電線が落下して茅沼線 No. 63～No. 64 の電線と接触し、茅沼線が停電する。
3. 泊幹線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

○想定状況 2/2 (近接)

1. 後志幹線 No. 4 又は No. 5 の鉄塔が倒壊し、後志幹線が停電する。
2. 倒壊した後志幹線の鉄塔が泊支線の電線に接触し、泊支線が停電する。
3. 泊幹線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

⑤近接箇所の状況

第 2.2.3.7 図に 275kV 送電線（泊幹線）と 275kV 送電線（後志幹線）の近接箇所の現地状況を
示す。



第 2.2.3.7 図 ⑤近接箇所の現地状況 (1/2)



第 2.2.3.7 図 ⑤近接箇所の現地状況 (2/2)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

○想定状況 1/2 (近接)

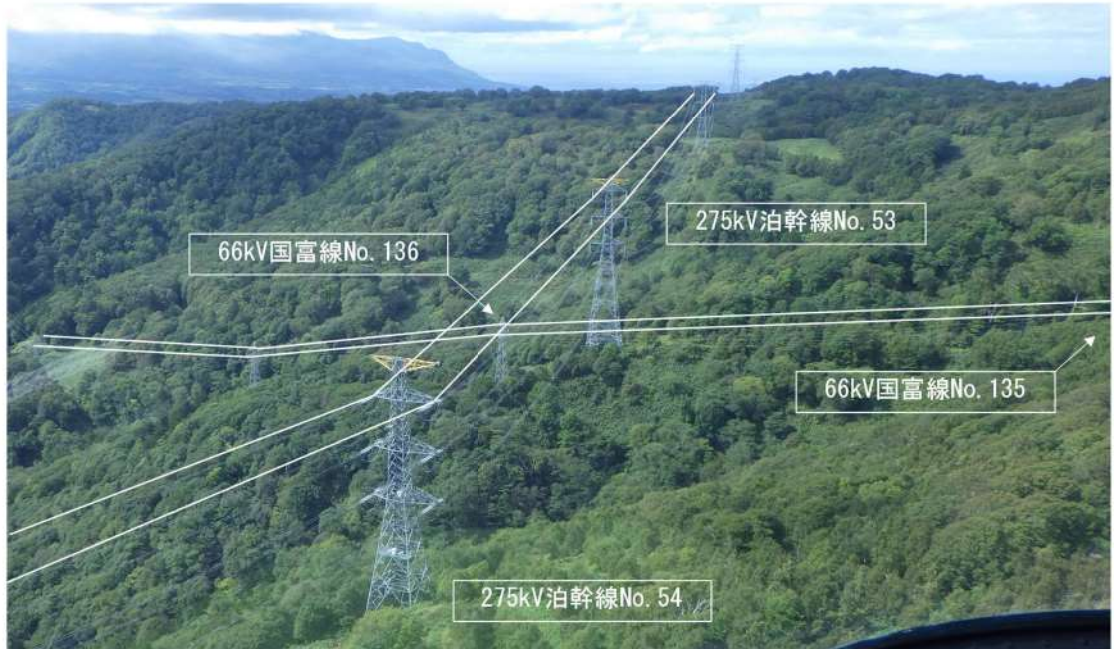
1. 泊幹線 No. 12～No. 27 又は No. 30～No. 34 のいずれかの鉄塔が倒壊し、泊幹線が停電する。
2. 倒壊した泊幹線の鉄塔が後志幹線の電線に接触し、後志幹線が停電する。
3. 泊地中支線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

○想定状況 2/2 (近接)

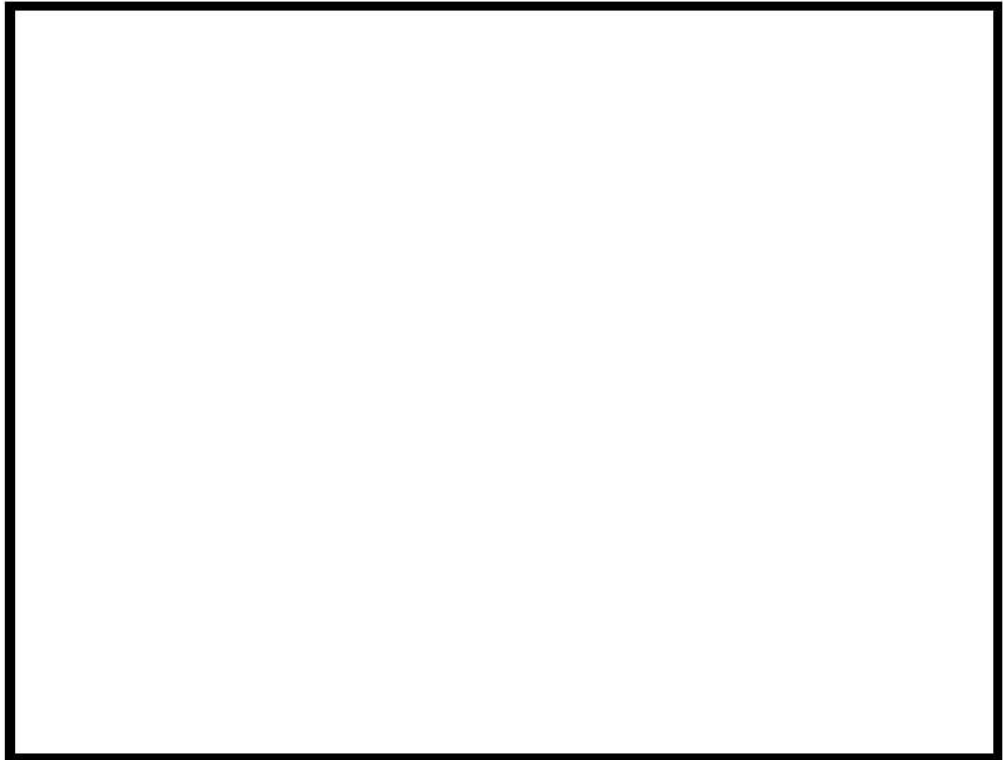
1. 後志幹線 No. 12～No. 27 又は No. 30～No. 34 のいずれかの鉄塔が倒壊し、後志幹線が停電する。
2. 倒壊した後志幹線の鉄塔が泊幹線の電線に接触し、泊幹線が停電する。
3. 泊地中支線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

⑥交差箇所の状況

第 2. 2. 3. 8 図に 275kV 送電線（泊幹線）と 66kV 送電線（国富線）の交差箇所の現地状況を示す。



第 2. 2. 3. 8 図 ⑥交差箇所の現地状況（1/2）



第 2. 2. 3. 8 図 ⑥交差箇所の現地状況（2/2）

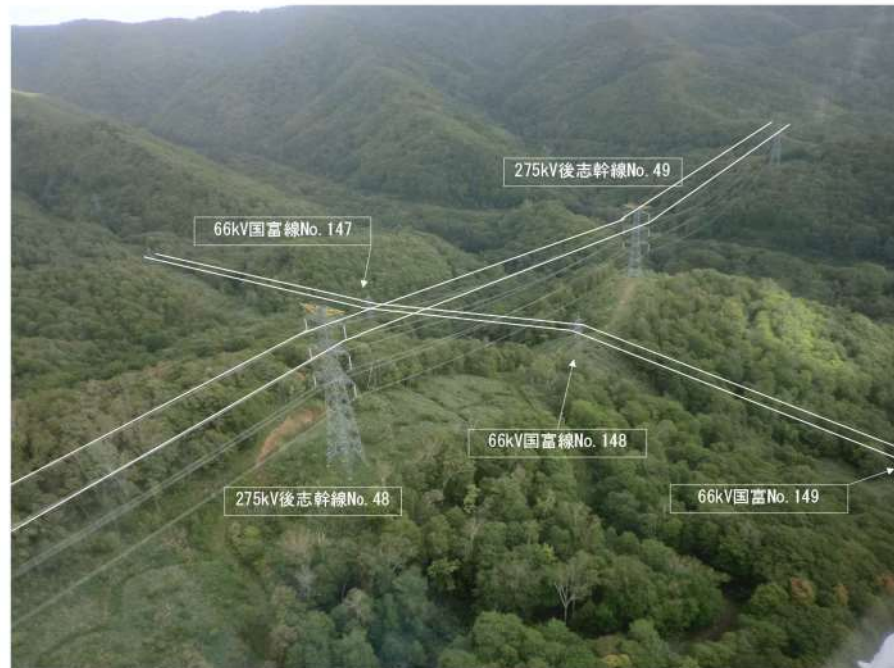
枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

○想定状況 1/1 (交差)

1. 泊幹線 No. 53 又は No. 54 の鉄塔が倒壊し、泊幹線が停電する。
2. 泊幹線 No. 53～No. 54 の電線が落下して国富線 No. 135～No. 136 の電線と接触し、国富線が停電する。
3. 後志幹線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

⑦交差箇所の状況

第 2. 2. 3. 9 図に 275kV 送電線（後志幹線）と 66kV 送電線（国富線）の交差箇所の現地状況を示す。



第 2. 2. 3. 9 図 ⑦交差箇所の現地状況（1/2）



第 2. 2. 3. 9 図 ⑦交差箇所の現地状況（2/2）

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

○想定状況 1/1 (交差)

1. 後志幹線 No. 48 又は No. 49 の鉄塔が倒壊し、後志幹線が停電する。
2. 後志幹線 No. 48～No. 49 の電線が落下して国富線 No. 147～No. 148～No. 149 の電線と接触し、
国富線が停電する。
3. 泊幹線の 2 回線が残り、泊発電所に電力供給が可能である。

2.2.3.2 送電線の信頼性向上対策

送電線は、大規模な盛土の崩壊、大規模な地滑り、急傾斜地の崩壊による被害の最小化を図るため、鉄塔基礎の安定性を確保することで、鉄塔の倒壊を防止する設計とする。

過去に発生した設備の被害状況を踏まえて、電気設備の技術基準（第 32 条）への適合に加え、台風等による強風発生時又は冬期の着氷雪による事故防止対策を図ることにより、外部電源系からの電力供給が同時に停止することのない設計とする。

2.2.3.2.1 鉄塔基礎の安定性

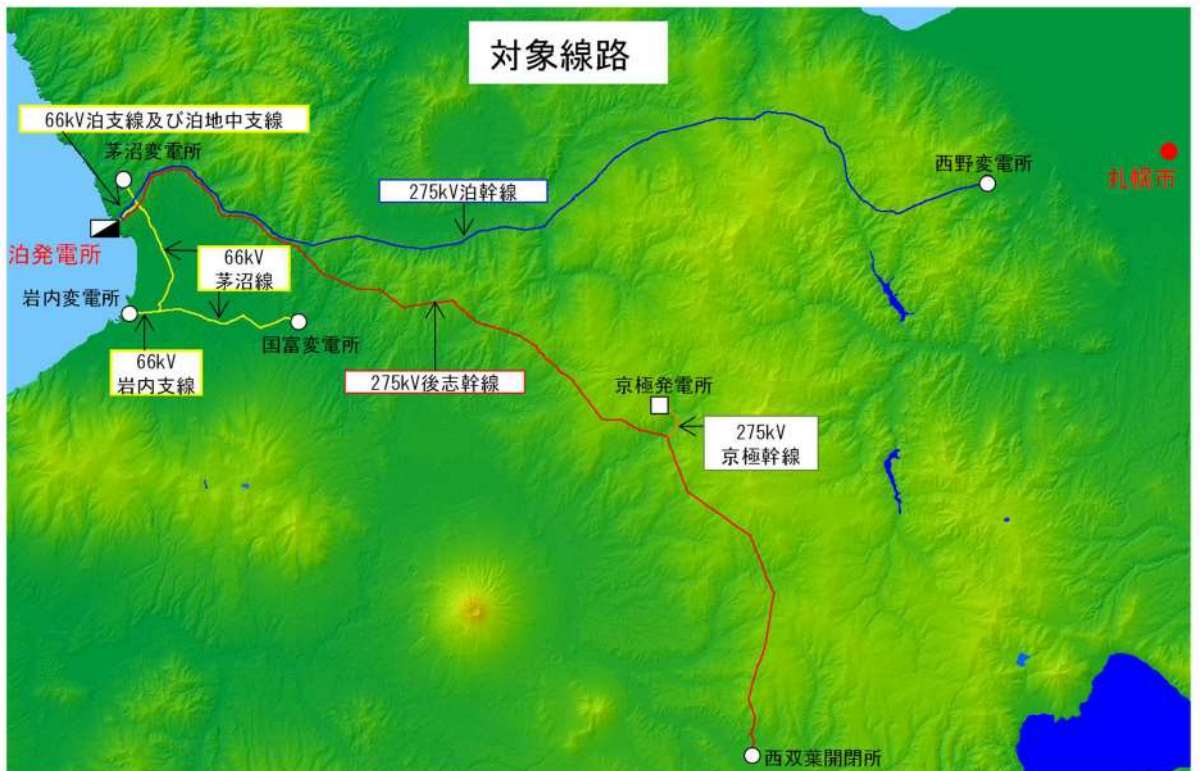
一般に、送電線ルートはルート選定の段階から地滑り地域等を極力回避しており、地震による鉄塔敷地周辺の影響による被害の最小化を図っている。また、やむを得ずこのような地域を選定する場合には個別に詳細調査を実施し、基礎の安定性を検討して基礎型を選定する等の対策を実施している。

さらに、泊発電所に接続する 275kV 送電線 4 回線及び 66kV 送電線 2 回線については、鉄塔敷地周辺で基礎の安定性に影響を与える盛土の崩壊、地滑り、急傾斜地の土砂崩壊について、図面等を用いた机上調査及び地質専門家による現地踏査を実施し、鉄塔基礎の安定性が確保されていることを確認している。評価対象となる鉄塔基数を第 2.2.3.3 表に、評価対象線路を第 2.2.3.10 図に示す。

第 2. 2. 3. 3 表 基礎の安定性評価対象

発電所	送電線区分	対象線路	鉄塔基数
泊発電所 3号炉	外部電源線	275kV 泊幹線	182 基
		275kV 後志幹線	169 基
		275kV 京極幹線	5 基
		66kV 茅沼線	69 基
		66kV 岩内支線	7 基
		66kV 泊支線	7 基
		66kV 泊支線*	2 基
		66kV 茅沼線 (No. 9 鉄塔建替)	1 基

*調査時の名称は「66kV 泊電源支線」



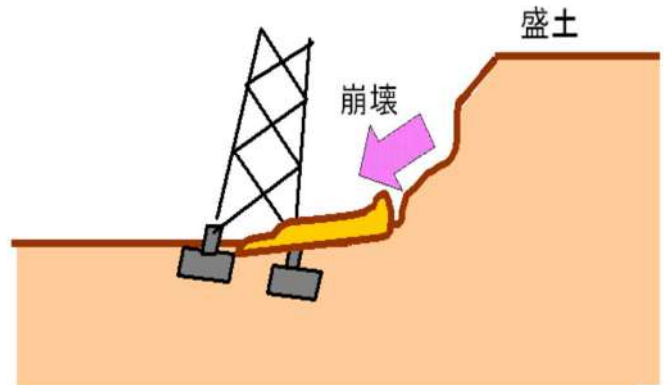
第 2. 2. 3. 10 図 基礎の安定性評価対象線路

(1) 評価内容

① 盛土の崩壊

【リスク】 盛土の崩壊に伴う土塊の流れ込みによる鉄塔傾斜，倒壊

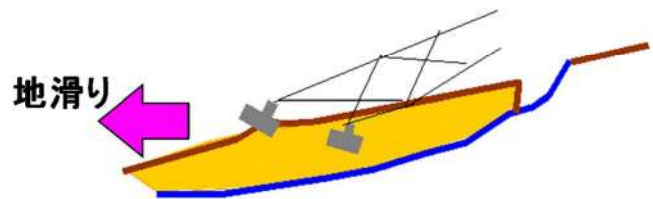
→送電鉄塔近傍に大規模な盛土がある箇所を抽出し，リスク評価する。



② 地滑り

【リスク】 鉄塔を巻込んだ地滑りによる鉄塔傾斜，倒壊

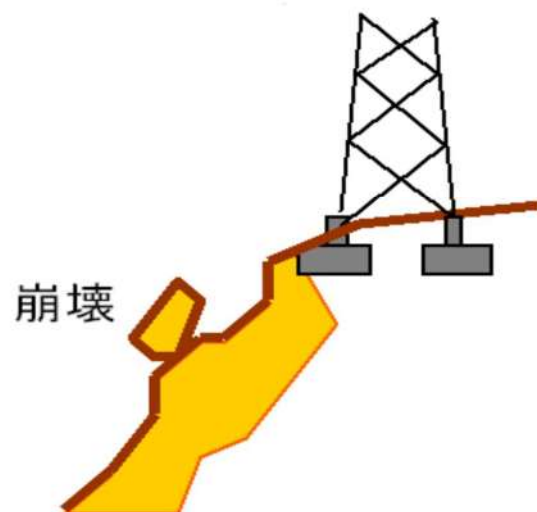
→地滑り防止区域，地滑り危険箇所，地滑り地形分布図をもとに地滑り箇所を抽出し，リスク評価する。



③ 急傾斜地の崩壊

【リスク】 地盤崩壊による鉄塔傾斜，倒壊

→急傾斜地（30度以上）で土砂崩壊が発生する可能性がある箇所を抽出し，リスク評価する。



(2) 確認結果

① 盛土の崩壊リスク

実測平面図や送電線路周辺の保守記録を使用し、人工的に土地の改変が加えられた箇所を抽出
→鉄塔付近や鉄塔敷地の斜面上方に盛土箇所がないことを確認（第 2.2.3.4 表参照，詳細は別紙 1 を参照）

② 地滑りリスク

地滑り防止区域，地滑り危険箇所，地滑り地形分布図から対象鉄塔を抽出した後，空中写真判読により地滑り地形近傍の鉄塔を抽出

→275kV 送電線（泊幹線）52 基，275kV 送電線（後志幹線）50 基，275kV 送電線（京極幹線）2 基，66kV 送電線（茅沼線）4 基，66kV 送電線（泊支線）3 基，66kV 送電線（泊支線*）2 基
*評価時の名称は「66kV 泊電源支線」

→抽出された 113 基について現地踏査等により，現時点では基礎の安定性に問題ないことを確認（第 2.2.3.4 表参照，詳細は別紙 1 を参照）

③ 急傾斜地リスク

国土地理院発行の地形図等を使用し，急傾斜を有する斜面が近傍にある鉄塔を抽出

→275kV 送電線（泊幹線）1 基，275kV 送電線（後志幹線）10 基，66kV 送電線（茅沼線）1 基

→抽出された 12 基について現地踏査等により，現時点では基礎の安定性に問題ないことを確認（第 2.2.3.4 表参照，詳細は別紙 1 を参照）

第 2. 2. 3. 4 表 基礎の安定性評価結果

対象線路	対象 基数	現地踏査基数			崩壊防止対策等の 追加対策 が必要な基数
		盛土の 崩壊	地滑り	急傾斜地の 崩壊	
275kV 泊幹線	182 基	0 基	52 基	1 基	0 基
275kV 後志幹線	169 基	0 基	50 基	10 基	0 基
275kV 京極幹線	5 基	0 基	2 基	0 基	0 基
66kV 茅沼線	69 基	0 基	4 基	1 基	0 基
66kV 岩内支線	7 基	0 基	0 基	0 基	0 基
66kV 泊支線	7 基	0 基	3 基	0 基	0 基
66kV 泊支線*	2 基	0 基	2 基	0 基	0 基
66kV 茅沼線 (No. 9 鉄塔建替)	1 基	0 基	0 基	0 基	0 基
(合計)	442 基	0 基	113 基	12 基	0 基

*調査時の名称は「66kV 泊電源支線」

※基礎の安定性評価以降も巡視及び点検を実施しており、基礎の安定を脅かす兆候（亀裂等）がないことを確認している。

2.2.3.2.2 送電線の交差・近接箇所の共倒れリスク

送電線の交差・近接箇所（第 2.2.3.2 図）に記載のとおり，泊発電所に接続する送電線等には交差・近接箇所が 7 箇所あるが，地形評価に加え，送電線相互の位置関係，気象状況から 3 ルートが共倒れするリスクは極めて低いと判断している。

(1) 地形評価

第 2.2.3.5 表の評価より，盛土崩壊，急傾斜地の崩壊，地滑り等，将来的にも鉄塔斜面の安定性が損なわれる可能性は低い。

第 2.2.3.5 表 地形評価結果

評価項目	主な評価項目	評価結果
盛土の崩壊	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土の状況 ・鉄塔と盛土の距離 ・崩壊跡の有無 	図面等を用いた机上調査の結果，対象鉄塔なし。
地滑り	<ul style="list-style-type: none"> ・地滑り地形（地形・地質・形状） ・鉄塔と地滑り地形の距離 ・露岩分布 ・移動土塊の状況 ・地表面の変状の有無 ・地滑り地形の明瞭度 	図面等を用いた机上調査の結果抽出された 113 基を対象に，現地調査による評価の結果，基礎の安定性に影響はない。
急傾斜地の崩壊	<ul style="list-style-type: none"> ・急斜面地形（地質・斜度・斜面状況） ・鉄塔と急傾斜地の距離 ・崩壊跡の有無 	図面等を用いた机上調査の結果抽出された 12 基を対象に，現地調査による評価の結果，基礎の安定性に影響はない。

(2) 送電線相互の位置関係の評価

275kV 送電線（泊幹線），275kV 送電線（後志幹線），275kV 送電線（京極幹線），66kV 送電線（茅沼線），66kV 送電線（岩内支線），66kV 送電線（泊支線）の各線路において，地形評価で基礎の安定性が損なわれる可能性が低いことを確認しているが，万一，斜面崩壊を仮定した場合でも，3ルートが共倒れとなる箇所はないことを確認している。

(3) 気象状況の評価

台風の影響について，当該地域の地域別基本風速（再現期間 50 年）は第 2.2.3.6 表のとおり電気設備の技術基準の基準風速（平均風速 40m/s）よりも小さい。

また，雪の影響については，経過地に応じて電線への着雪重量を個別に評価し対策を実施している。

なお，泊発電所に接続する送電線等が設置されている地域の気象観測所において，現在まで「送電用支持物設計標準」で定める基準速度圧を超えた記録は存在しない。（別紙 6 参照）

第 2.2.3.6 表 地域別基本風速

対象線路	地域別基本風速	
	高温季最大 (m/s)	低温季最大 (m/s)
275kV 泊幹線	36.3	31.8
275kV 後志幹線	36.8	31.6
275kV 京極幹線	24.6	23.8
66kV 茅沼線	32.4	29.5
66kV 岩内支線	26.4	25.3
66kV 泊支線	30.8	28.8
66kV 泊支線*	32.1	29.8

*評価時の名称は「66kV 泊電源支線」

2.2.3.2.3 送電線の風雪対策について

(1) 設備対策面


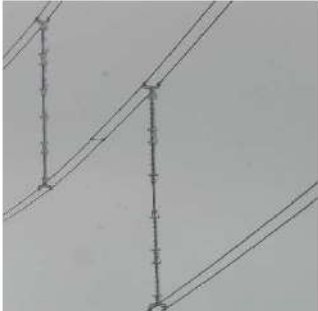

a. 風に対する設備対策

電気設備の技術基準（解釈）に基づく甲種風圧荷重（風速 40m/s）及び乙種風圧荷重（架渉線の周囲に厚さ 6mm 又は 9mm，比重 0.9 の氷雪が付着した状態に対し，甲種風圧荷重の 0.5 倍を基礎として計算したもの）を考慮している。

b. 雪に対する設備対策

上記の荷重に加えて，275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）及び 66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。)) の全区間については，これまでの雪害事故実績を踏まえ耐雪強化対策として，電線への着雪荷重（経過地により架渉線の周囲に比重 0.7 の雪が同心円状に 1m 当たり 5kg 付着）を考慮している。

さらに，重着雪，ギャロッピングを防止するため，雪害防止対策品を設置し，信頼性向上を図っている。泊発電所に接続する送電線に採用している雪害防止対策品とその役割は第 2.2.3.11 図のとおり。

難着雪リング	相間スペーサ	素導体スペーサ
		
電線・地線にリングを一定間隔で取り付け、電線・地線のよりに沿って滑る着雪をさえぎり、雪の回り込みによる着雪の発達を防止する。	電線間に絶縁性のスペーサを取り付け、電線の動揺を抑制するとともに、電線間の接触を防止する。	導体同士の接触による電線損傷を防止するために、スペーサを一定間隔で取り付けている。導体が固定されるため電線の回転による着雪の発達を防止する効果がある。

第 2. 2. 3. 11 図 雪害防止対策品とその役割

○雪害防止対策品の線路別採用状況

泊発電所に接続する送電線等への線路別の雪害防止対策品採用状況は第 2. 2. 3. 7 表のとおり。

第 2. 2. 3. 7 表 雪害防止対策品採用状況

線路名	雪害防止対策品		
	難着雪 リング	相間 スペーサ	素導体 スペーサ
275kV 泊幹線	○	—	○
275kV 後志幹線	○	○	○
275kV 京極幹線	○	—	—
66kV 茅沼線	○	○	—
66kV 岩内支線	○	—	—
66kV 泊支線	○	—	—
66kV 泊支線*	○	—	—

*設置時の名称は「66kV 泊電源支線」

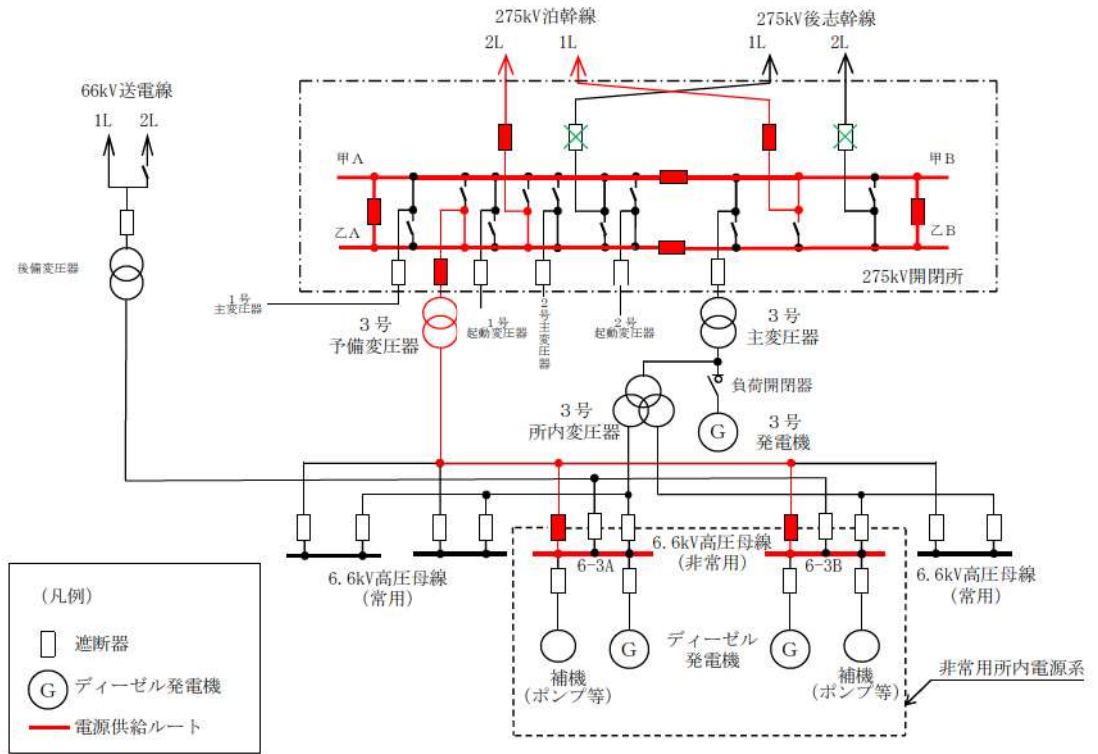
※電線若しくは地線への採用状況を示す。

(2) 保守管理面

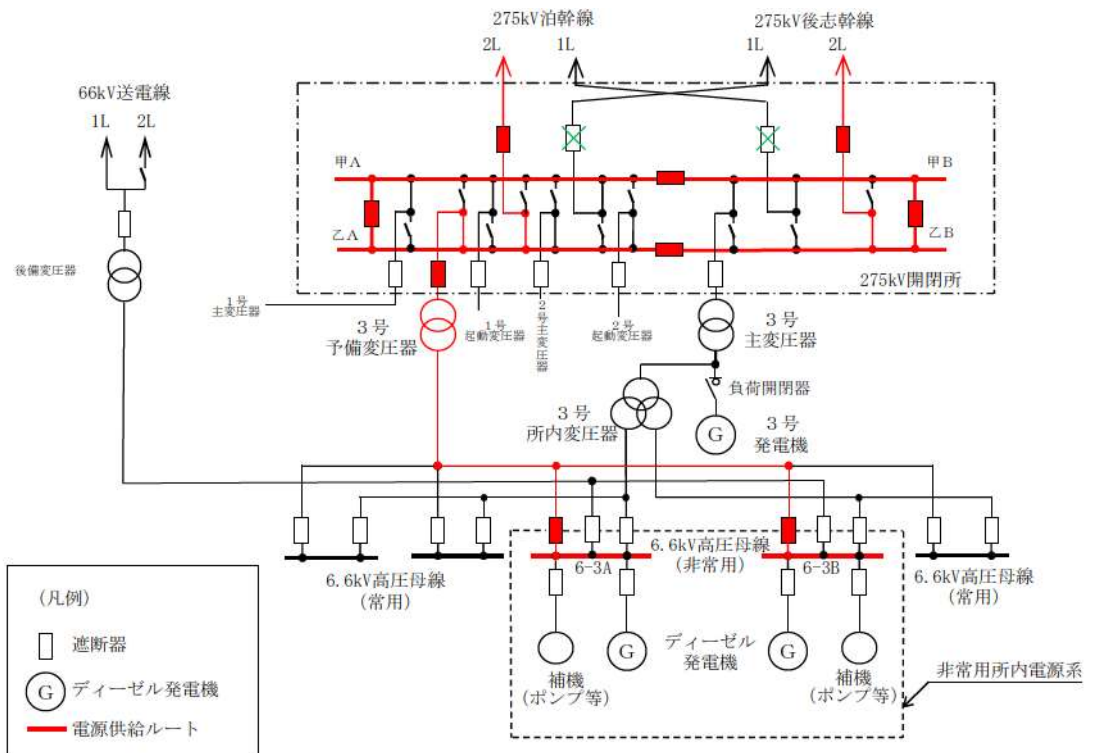
発電所に接続するすべての送電線に対し、送電設備全般を対象とした定期的な普通巡視を実施し設備の異常兆候の把握に努めている。また、大雨・地震後等に必要に応じて行う予防巡視により、送電鉄塔の安定性に影響がないことを確認している（第 2.2.3.8 表参照）。

第 2.2.3.8 表 巡視・点検の頻度

保守管理		頻 度
巡視	普通巡視	2 回／年
	予防巡視	必要の都度（大雨・地震後等）
点検	定期点検	架空送電線：1 回／10 年，地中送電線：1 回／6 年
	臨時点検	必要の都度

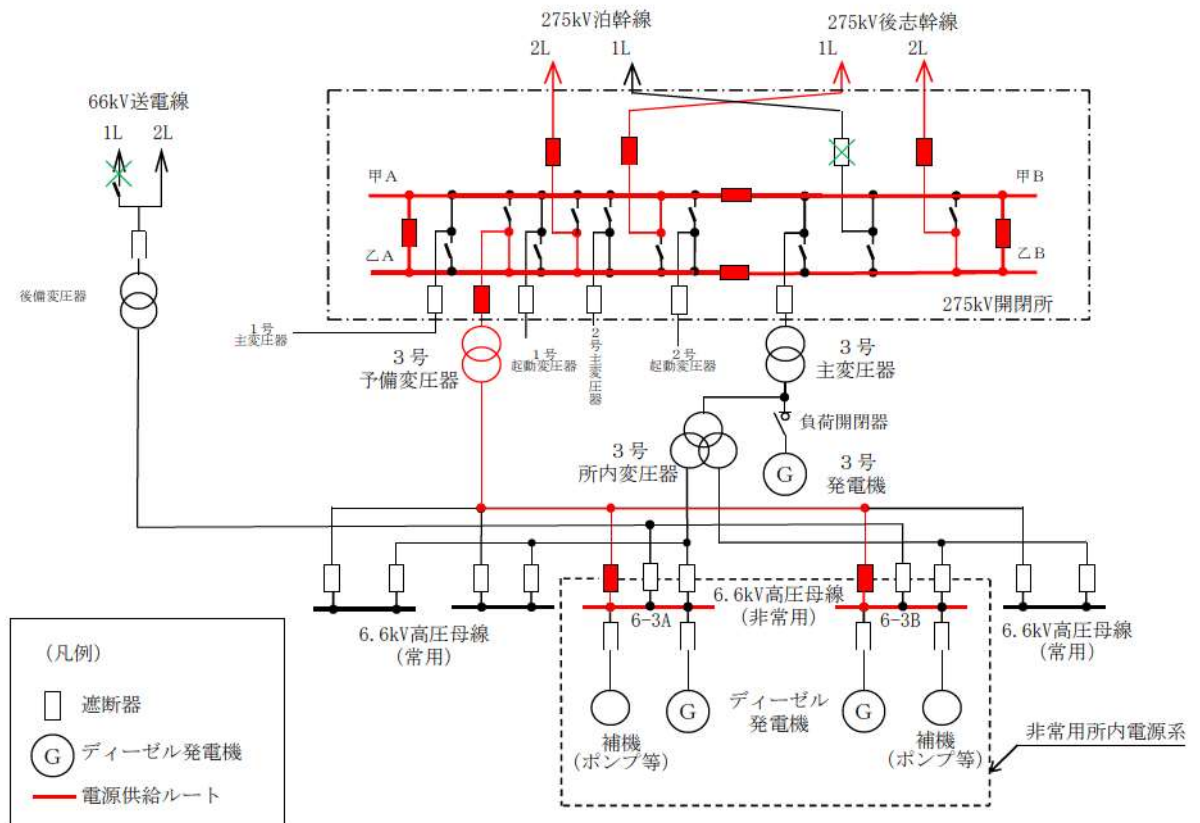


第 2. 2. 4. 2 図 275kV 送電線（後志幹線）2 回線電源喪失時の電源供給



第 2. 2. 4. 3 図 275kV 送電線（泊幹線）1 回線及び

275kV 送電線（後志幹線）1 回線電源喪失時の電源供給



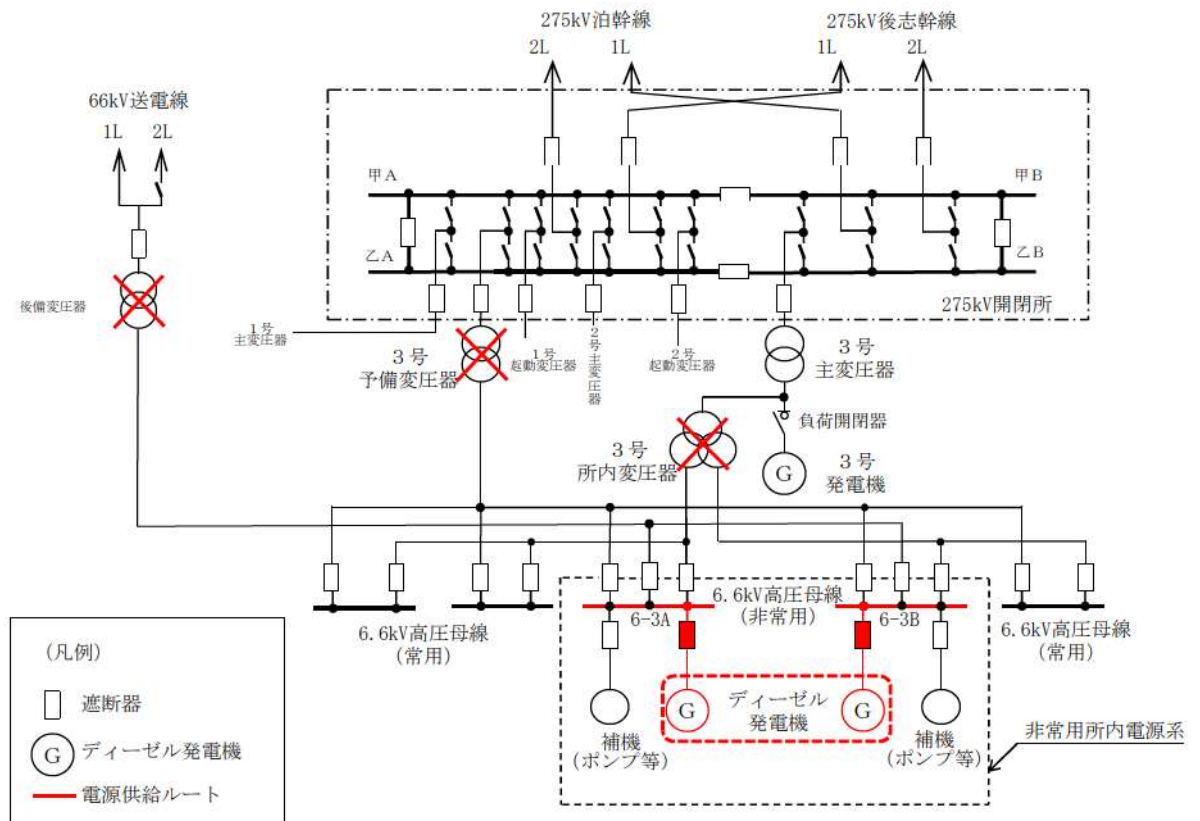
第 2. 2. 4. 4 図 275kV 送電線（泊幹線）1 回線及び

66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1 回線電源喪失時の電源供給

2.2.4.1.2 変圧器多重故障時の電力供給

変圧器多重故障等により、275kV送電線4回線及び66kV送電線2回線から受電できない場合は、非常用高圧母線が予備変圧器、所内変圧器及び後備変圧器から受電できなくなるため、発電用原子炉を安全に停止するために必要な所内電力はディーゼル発電機から受電する。

第2.2.4.5図に、変圧器多重故障時の非常用高圧母線への電力供給を示す。



第2.2.4.5図 予備変圧器、所内変圧器及び後備変圧器故障時の電力供給

2.2.4.1.3 外部電源受電設備の設備容量について

泊発電所は、275kV 送電線（泊幹線及び後志幹線）2ルート各2回線及び66kV 送電線（泊地中支線（泊支線及び茅沼線を一部含む。））1ルート2回線で電力系統に連系している。

非常用高圧母線は、以下の方法にて受電可能である。

- ①通常時、予備変圧器から受電する。
- ②予備変圧器から受電できない場合、所内変圧器へ自動切替が可能。通常運転時は発電機より発生した電力を所内変圧器にて6.6kVへ降圧し、受電する。また、発電用原子炉の停止時は275kV開閉所にあるガス絶縁開閉装置から主変圧器を介し、所内変圧器にて6.6kVへ降圧し、受電する。
- ③予備変圧器及び所内変圧器から受電できない場合、ディーゼル発電機からの受電に自動切替。
- ④ディーゼル発電機が使用できない場合、後備変圧器からの受電に切替え。66kVガス絶縁開閉装置を介し、後備変圧器にて6.6kVに降圧し、受電する設計とする。

それぞれの送電線及び変圧器は、第2.2.4.1表に示す発電用原子炉を安全に停止するために必要な電力を受電し得る容量を有している（第2.2.4.2表参照）。

【設置許可基準規則第33条 第4項】

第2.2.4.1表 発電用原子炉を安全に停止するために必要となる電力

(必要容量)		(単位：MVA)								
		275kV 系統						66kV 系統		
		泊幹線（2回線）			後志幹線（2回線）			66kV 送電線（2回線）		
ディーゼル 発電機容量	号炉	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		片系容量	5.925	5.925	7.000	5.925	5.925	7.000	5.925	5.925
必要容量		18.85			18.85			18.85		

第2.2.4.2表 送電線及び変圧器の設備容量

(設備容量)		(単位：MVA)				
		泊幹線（2回線）		後志幹線（2回線）		66kV 送電線（2回線）
送電線容量		1,529MW*1 1,609/回線		1,578MW*1 1,661/回線		47MW*1 49.4/回線
変圧器容量		起動変圧器 (1号用)	起動変圧器 (2号用)	所内変圧器 (3号用)	予備変圧器 (3号用)	後備変圧器
		40	40	72	30	20

*1 設置許可添付八で MW 表記、力率 0.95 で MVA に換算した。

2.2.4.2 受送電設備の信頼性

275kV 開閉所、66kV 開閉所（後備用）、ケーブル洞道等は十分な支持性能を持つ地盤に設置した上で、遮断器等の機器については耐震性の高い機器を使用する設計とする。

275kV 開閉所及び 66kV 開閉所（後備用）は T.P. 85m の高所に設置することで津波の影響を受けない設計とするとともに、塩害を考慮する設計とする。

2.2.4.2.1 開閉所設備等の耐震性評価について

275kV 開閉所、66kV 開閉所（後備用）、ケーブル洞道等の基礎構造は、岩盤で支持する直接基礎構造であり、1.0Ci の地震力に対し不等沈下、傾斜又は滑りがおきかないような地盤に設置していることから、十分な支持性能を確保しており、耐震クラスCを満足している。

発電所内の開閉所の遮断器は耐震クラスCを満足するガス絶縁開閉装置（GIS）を使用している（第 2.2.4.6 図参照）。

開閉所の電気設備及び変圧器については、経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所等の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震対策について（指示）」（平成 23・06・07 原院第 1 号）に基づき、JEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」による耐震評価を実施することにより、耐震裕度を有する設計とする。（平成 23 年 7 月 7 日報告）

【設置許可基準規則第 33 条 第 6 項 解釈 6】



第 2.2.4.6 図 開閉所設備外観

(1) 泊発電所開閉所設備等の耐震性評価

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震による揺れで、東京電力株式会社福島第一原子力発電所内の開閉所における空気遮断器等に損傷が発生したことを受け、経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所等の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震対策について（指示）」（平成 23・06・07 原院第 1 号）に基づき、開閉所等の電気設備の耐震性に関する評価を行った。

評価の結果、開閉所等の電気設備について、過去の大規模地震を考慮しても、機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性が低いことを確認した。

(2) 評価対象設備

泊発電所における、福島第一原子力発電所の 1 号機及び 2 号機の遮断器等と同様の開閉所設備について影響評価を行った。

また、開閉所設備で受電した後に電圧を変換する変圧器についても、地震による倒壊、損傷に関する評価を行った。

(3) 開閉所設備等の影響評価手法

福島第一原子力発電所で観測された地震記録の応答スペクトルにおいて、開閉所設備の固有周波数帯である 0.5～10Hz 程度に比較的大きな地震の揺れが確認されている。

このため、従来より地震応答スペクトルとそれに対する機器の共振も考慮した JEAG5003-2010 「変電所等における電気設備の耐震設計指針」による評価手法により、機器の設計上の裕度（当該部位の許容応力／各部位の発生応力の値）を確認した。

開閉所設備については、機器下端に 3 m/s^2 の共振正弦 3 波（地表面への 3 m/s^2 共振正弦 2 波入力相当）を入力し、動的評価を実施している。裕度が 1.3*以上であれば、機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性は低いと考えられる。

また、変圧器設備については地震と共振する可能性が小さいことから、 5 m/s^2 の静的入力で倒壊しない（基礎ボルトがせん断しない）ことを評価している。

(4) 耐震性評価結果

評価の結果、泊発電所における評価対象設備について、以下のとおり、今回設定した指標をすべて満足していることを確認した（第 2.2.4.3 表及び第 2.2.4.7 図参照）。

なお、66kV 開閉所（後備用）及び後備変圧器の設置又は機器の構造変更を行う場合は、本評価手法による機器の設計上の裕度を満足する設計とする。

*: 地表面への共振正弦 2 波入力に相当する加速度応答倍率 4.7 (過去の大規模地震データの約 93% を包絡する値) と地表面への共振正弦 3 波入力に相当する加速度応答倍率 6.1 の比

第 2.2.4.3 表 開閉所設備／変圧器設備の評価結果

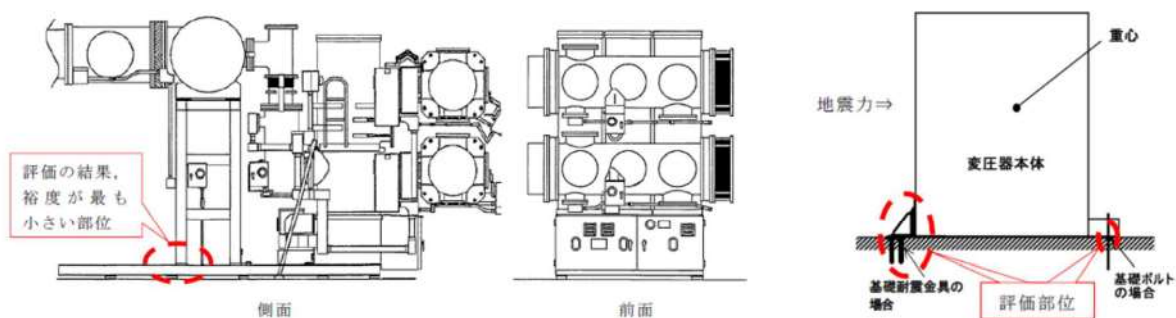
開閉所設備の評価結果

発電所	号炉	電圧階級	仕様	裕度	評価部位
泊発電所	1～3号炉	275kV	GIS	1.93	GIS 支持架台部

変圧器設備の評価結果

発電所	号炉	電圧	変圧器名称	裕度	評価部位
泊発電所	3号炉	275kV/21kV	主変圧器／ 所内変圧器*	1.82	基礎耐震金具部
		21kV/6.9kV			
		280kV/6.9kV	予備変圧器	7.94	基礎耐震金具部

※主変圧器，所内変圧器は一体型である。



第 2.2.4.7 図 開閉所設備／変圧器設備の評価部位例

2.2.4.2.2 送変電設備の碍子，遮断器等の耐震性

(1) 送電設備の碍子の耐震性

泊発電所に接続する送電線等の支持碍子について，以下のとおり耐震化対策を実施した。対象線路ごとの耐震化対策の状況を第2.2.4.4表に示す。

【設置許可基準規則第33条 第6項 解釈6】

- ・66kV 茅沼線で支持碍子に長幹碍子を使用していた鉄塔では，第2.2.4.8図のとおり，可とう性のある懸垂碍子に取替えを実施した。
- ・その他の送電線には耐震化対策を要する支持碍子はない。

第2.2.4.4表 対象線路ごとの対策状況

対象線路	支持碍子の耐震化対策	
	懸垂碍子化	
275kV 泊幹線	—	
275kV 後志幹線	—	
275kV 京極幹線	—	
66kV 茅沼線	3基（5相） （H23.9 完了）	
66kV 岩内線	—	
66kV 泊支線	—	
66kV 泊支線*	—	

*設置時の名称は「66kV 泊電源支線」

< 懸垂碍子化 >



第2.2.4.8図 懸垂碍子化の施工状況

(2) 変電所及び開閉所の遮断器等の耐震性について

第2.2.4.9図のとおり，西野変電所（275kV）はガス絶縁開閉装置（GIS），西双葉開閉所（275kV）はSF6ガス絶縁複合型遮断器（H-GCB）を採用し，国富変電所（66kV）はガス遮断器（GCB）及び真空遮断器（VCB）を採用している。

これらはJEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に基づいて設計を行っている。

【設置許可基準規則第33条 第3項 解釈1】



西野変電所（GIS）



西双葉開閉所（H-GCB）



国富変電所（GCB）



国富変電所（VCB）

第2.2.4.9図 変電所及び開閉所のGIS，H-GCB，GCB，VCB

2.2.4.2.3 開閉所基礎の設置地盤の支持性能について

(1) 275kV 開閉所及び予備変圧器

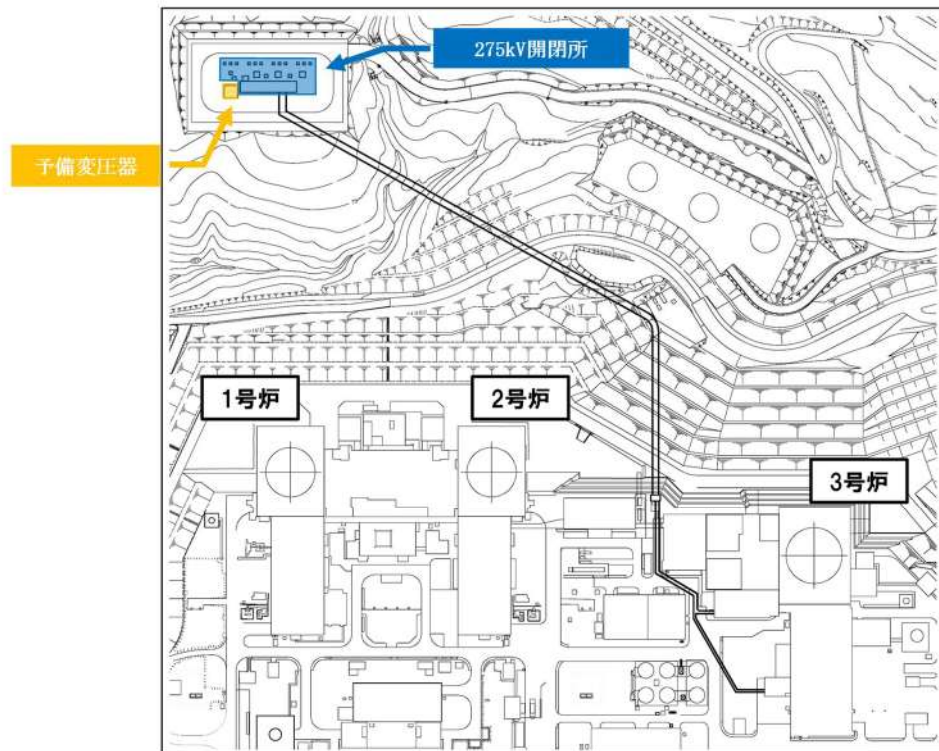
275kV開閉所及び予備変圧器は、直接基礎構造であり、1.0Ciの地震力に対し十分な支持性能を確保している。

【設置許可基準規則第33条 第6項 解釈6】

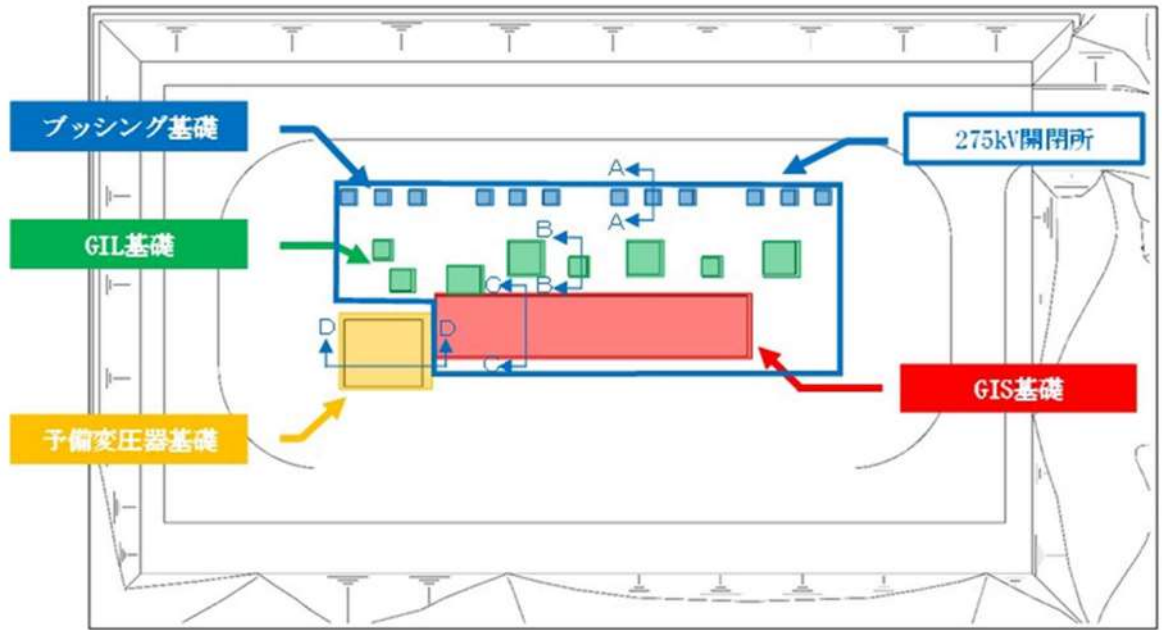
第2.2.4.5表に275kV開閉所及び予備変圧器の支持性能評価結果、第2.2.4.10図に275kV開閉所及び予備変圧器位置、第2.2.4.11～14図に275kV開閉所及び予備変圧器基礎構造を示す。

第2.2.4.5表 275kV開閉所及び予備変圧器の支持性能評価結果

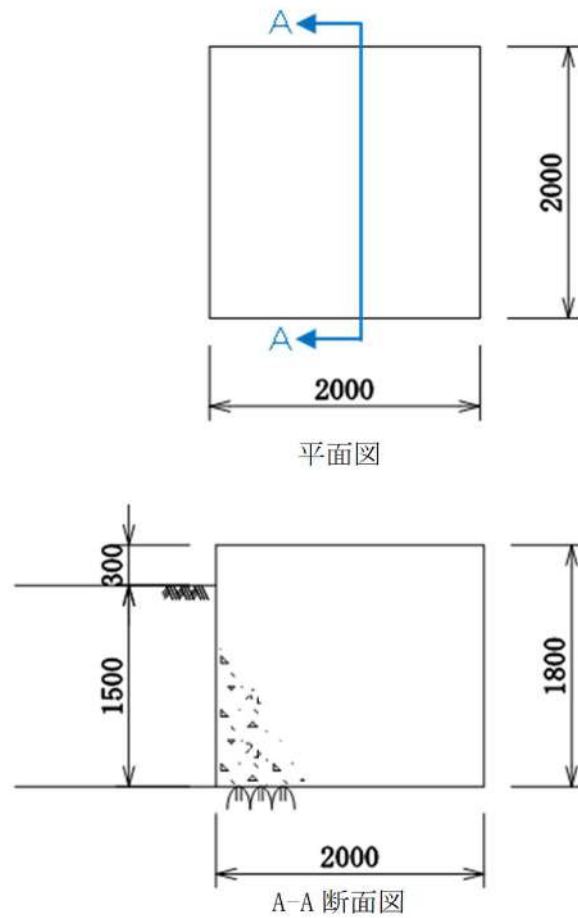
設備		最大接地圧	評価基準値	判定
275kV 開閉所	ブッシング	124kN/m ²	900kN/m ²	○
	GIL	120kN/m ²	900kN/m ²	○
	GIS	249kN/m ²	900kN/m ²	○
予備変圧器		179kN/m ²	900kN/m ²	○



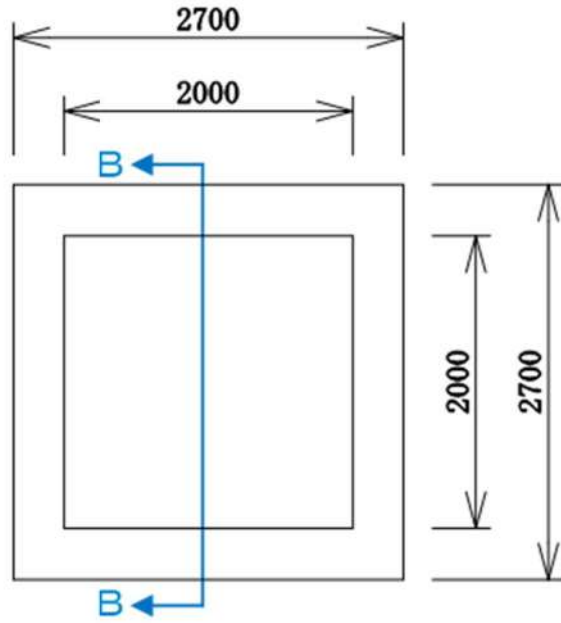
第2.2.4.10図 275kV開閉所及び予備変圧器位置図 (1/2)



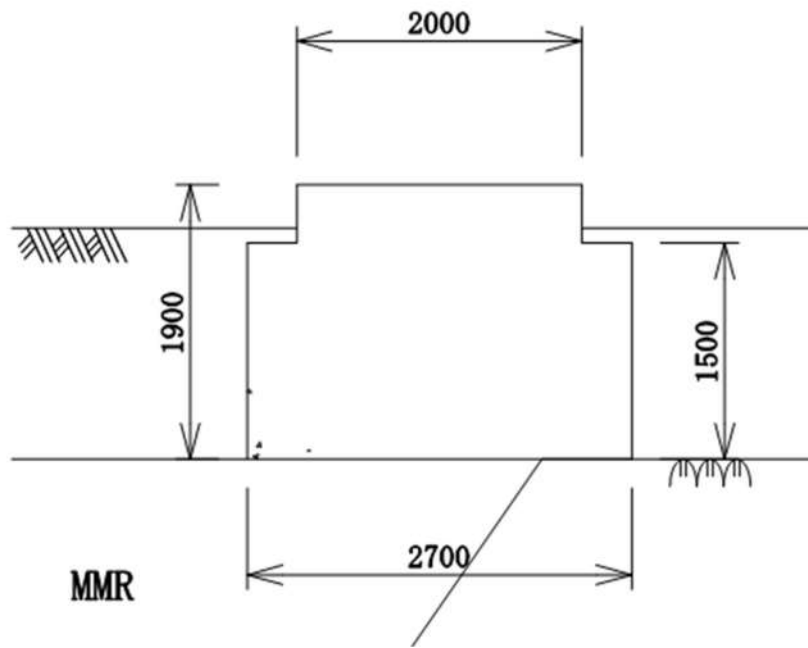
第 2. 2. 4. 10 図 275kV 開閉所及び予備変圧器位置図 (2/2)



第 2. 2. 4. 11 図 ブッシング基礎構造図

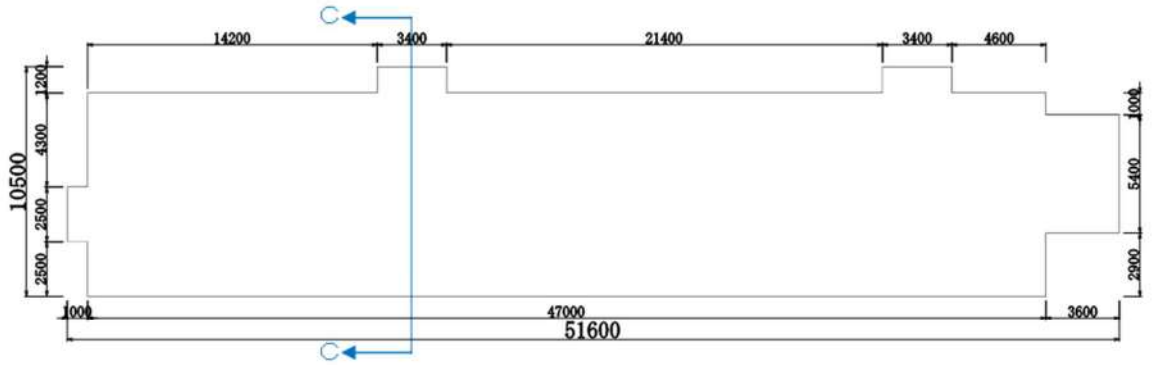


平面图

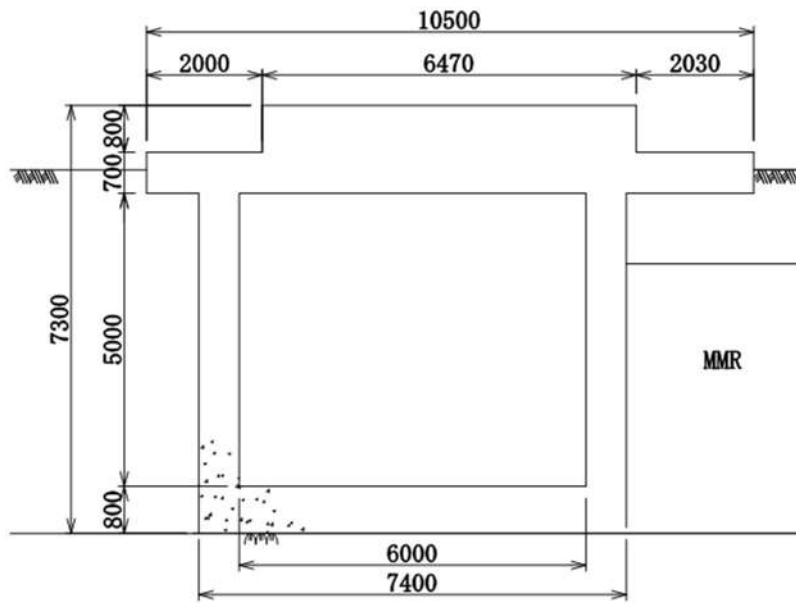


B-B 断面图

第2.2.4.12图 GIL基础构造图

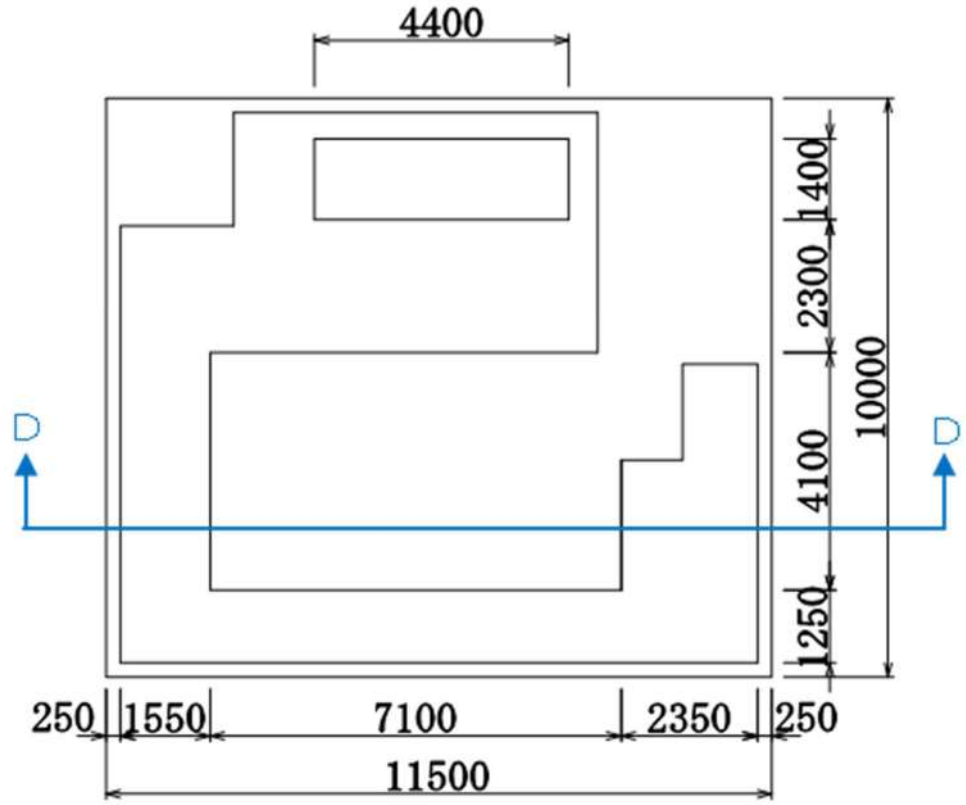


平面图

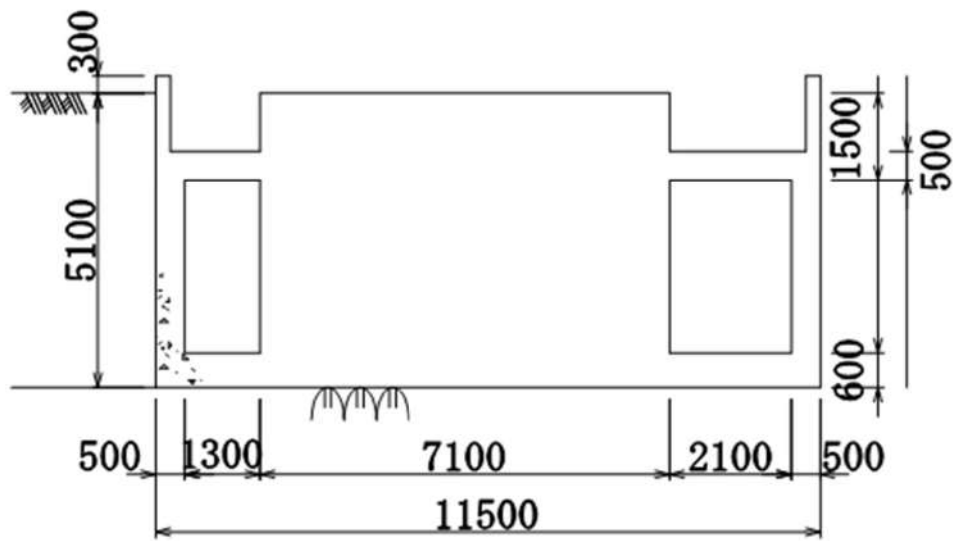


C-C断面图

第2.2.4.13图 GIS基础构造图



平面图



D-D断面图

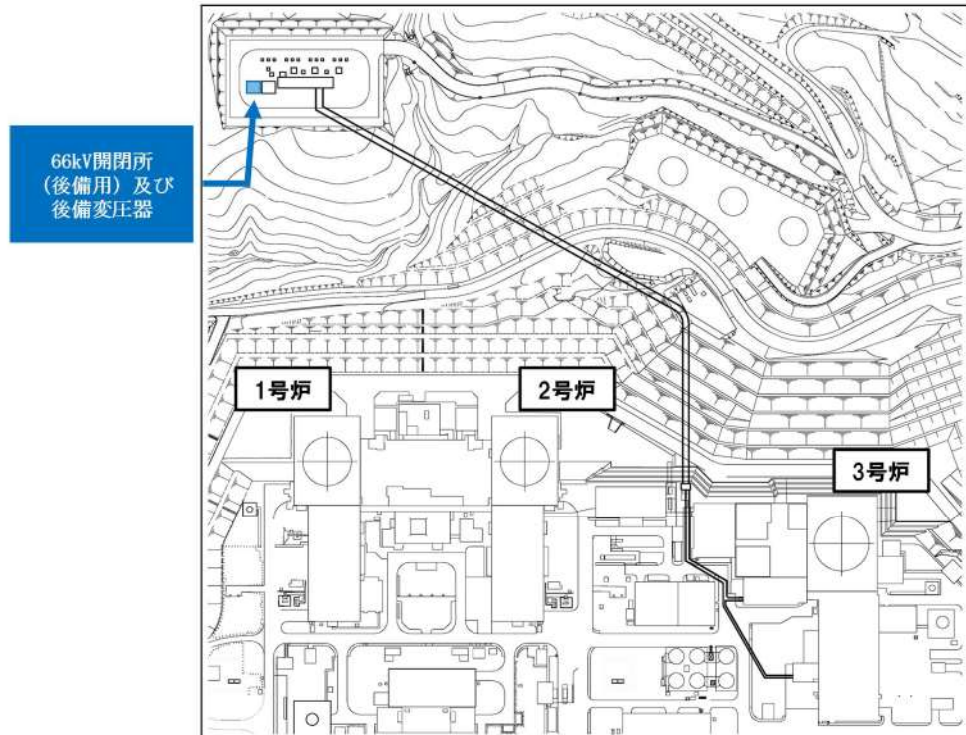
第2.2.4.14图 予備变压器基础构造图

(2) 66kV 開閉所（後備用）及び後備変圧器

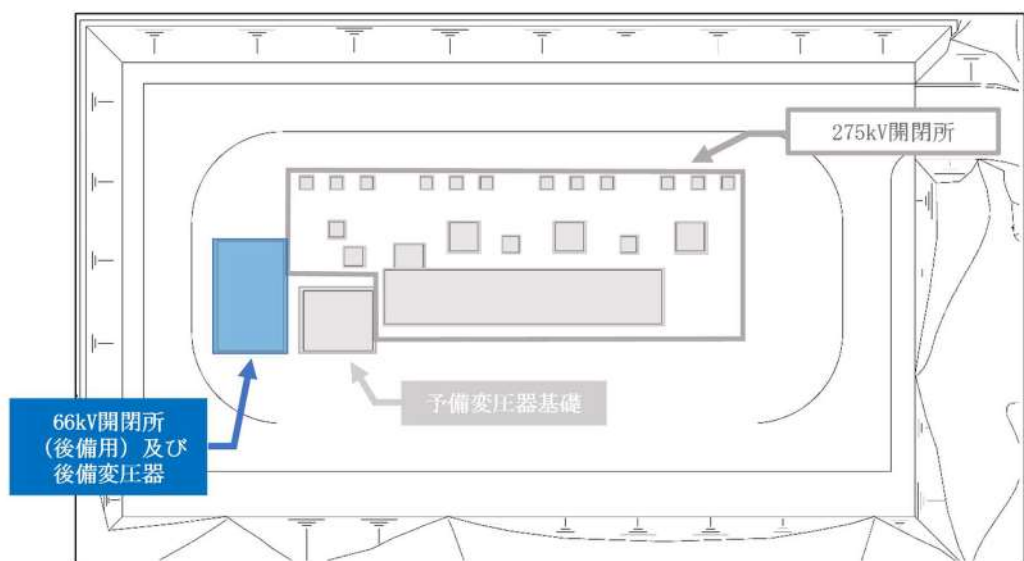
3号炉専用に設置する 66kV 開閉所（後備用）及び後備変圧器は、直接基礎構造で、1.0Ci の地震力に対し十分な支持性能を確保する設計とする。

【設置許可基準規則第 33 条 第 6 項 解釈 6】

第 2. 2. 4. 15 図に 66kV 開閉所（後備用）及び後備変圧器位置を示す。



第 2. 2. 4. 15 図 66kV 開閉所（後備用）及び後備変圧器位置図（1/2）



第 2. 2. 4. 15 図 66kV 開閉所（後備用）及び後備変圧器位置図（2/2）

(3) 主変圧器及び所内変圧器

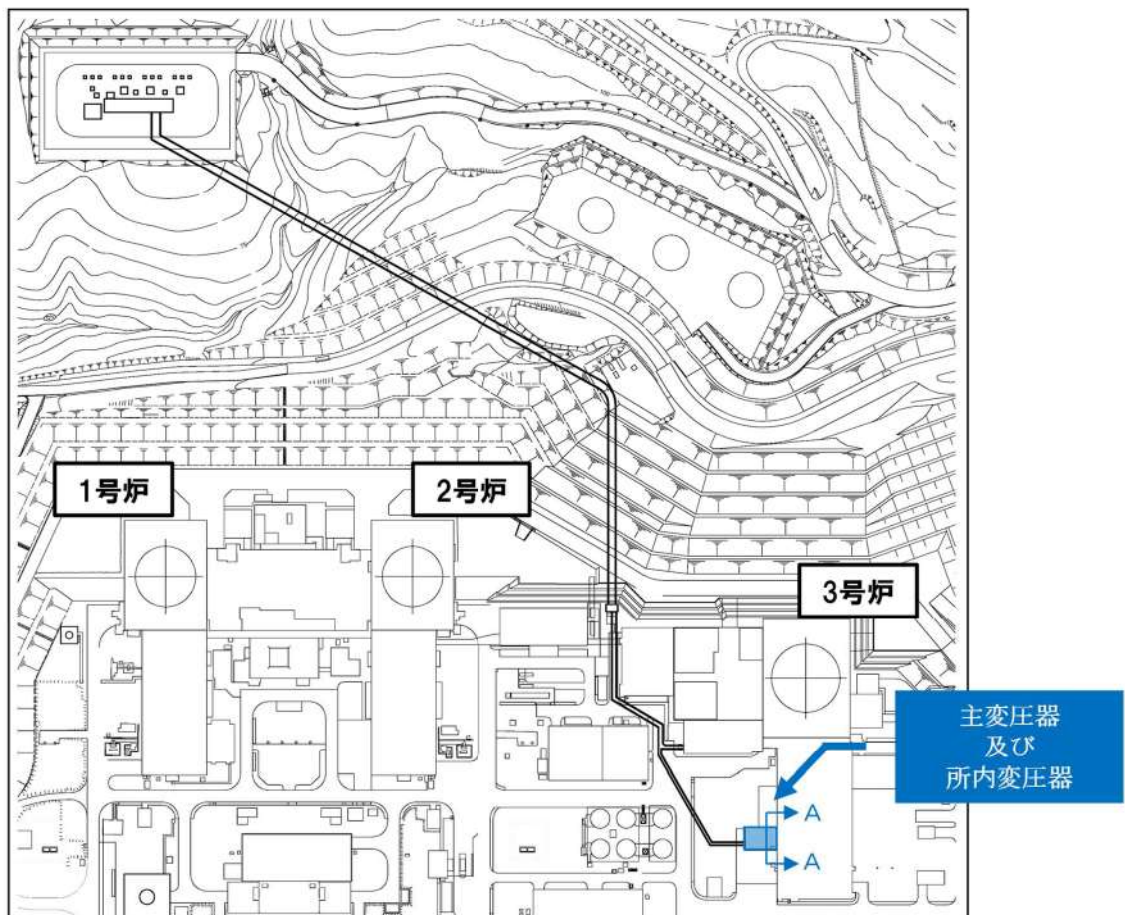
主変圧器及び所内変圧器は、直接基礎構造であり、1.0Ciの地震力に対し十分な支持性能を確保している。

【設置許可基準規則第33条 第6項 解釈6】

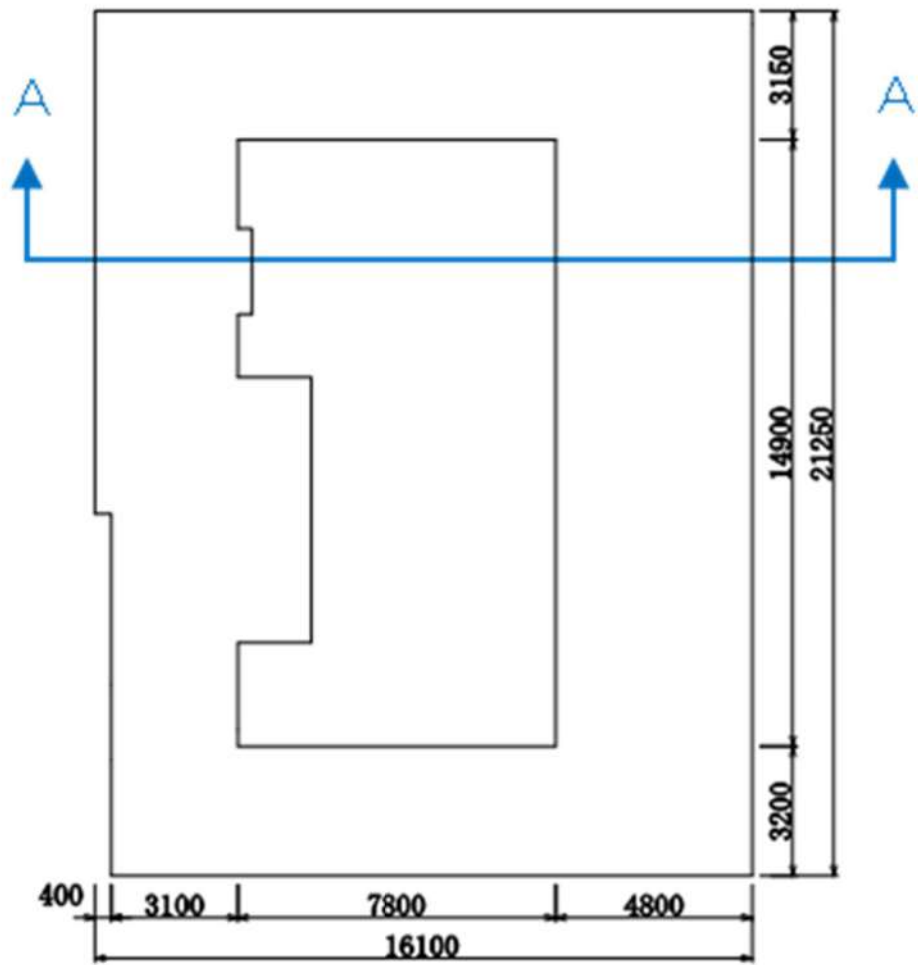
第 2.2.4.6 表に主変圧器及び所内変圧器の支持性能評価結果、第 2.2.4.16 図に主変圧器及び所内変圧器位置、第 2.2.4.17 図に主変圧器及び所内変圧器基礎構造を示す。

第 2.2.4.6 表 主変圧器及び所内変圧器の支持性能評価結果

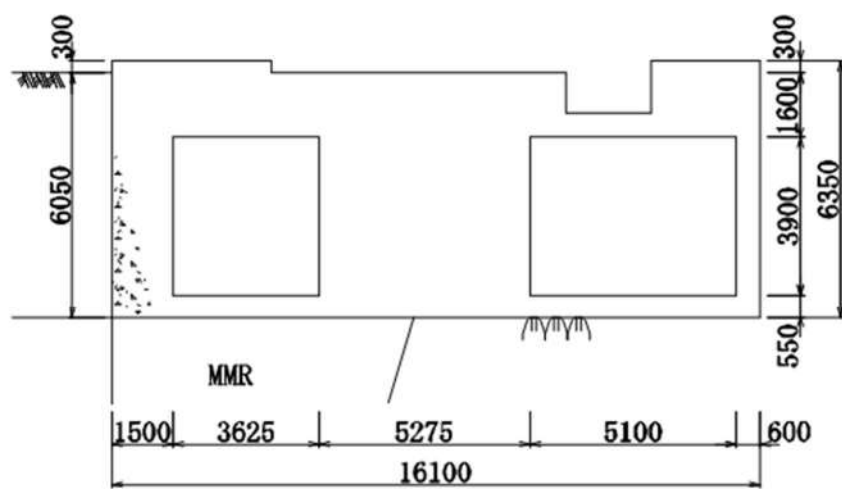
設備	最大接地圧	評価基準値	判定
主変圧器及び 所内変圧器	175kN/m ²	9,000kN/m ²	○



第 2.2.4.16 図 主変圧器及び所内変圧器位置図



平面图



A-A 断面图

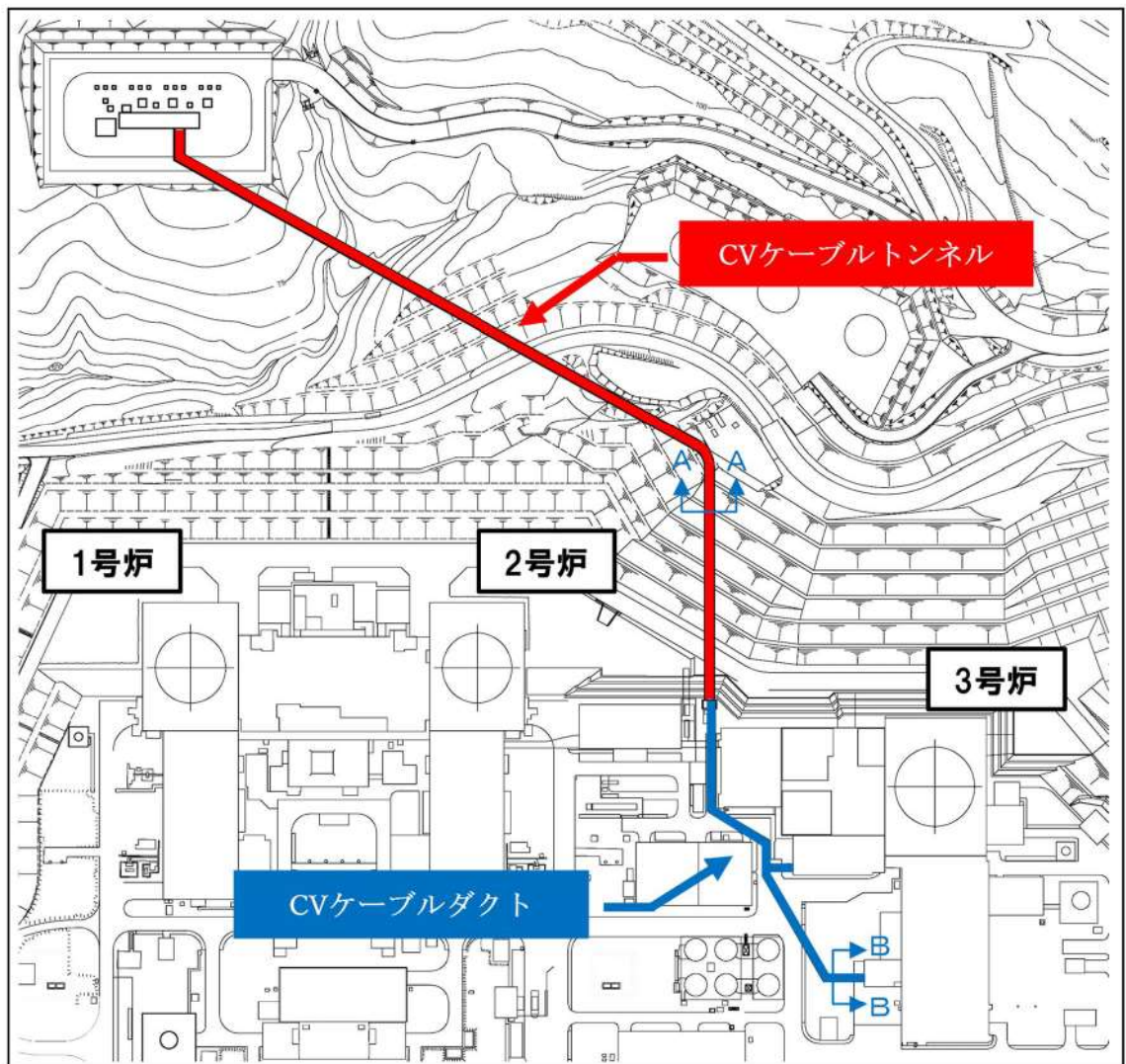
第 2.2.4.17 图 主变压器及び所内变压器基礎構造図

2.2.4.2.4 CV ケーブルトンネル及びCV ケーブルダクトの設置地盤の支持性能について

275kV 開閉所及び 66kV 開閉所（後備用）から泊 3 号炉までは CV ケーブルトンネル及び CV ケーブルダクトを通して接続している。

【設置許可基準規則第 33 条 第 6 項 解釈 6】

第 2.2.4.18 図に CV ケーブルトンネル及び CV ケーブルダクト位置を示す。



第 2.2.4.18 図 CV ケーブルトンネル及び CV ケーブルダクト位置図

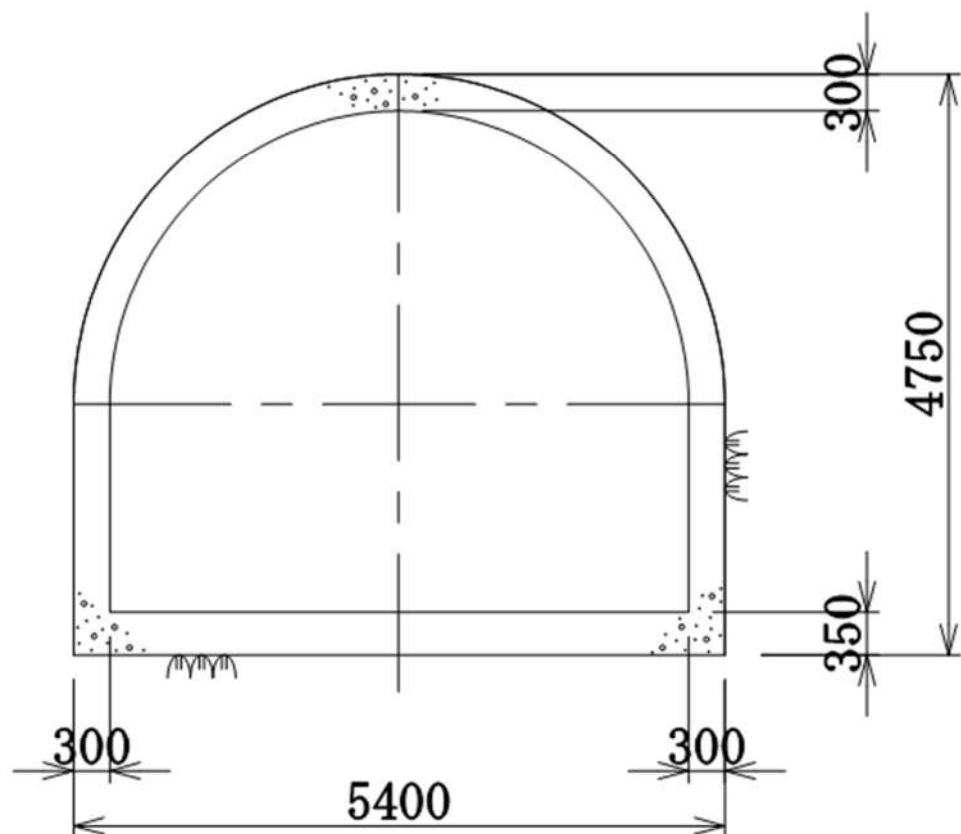
(1) CV ケーブルトンネル

CV ケーブルトンネルは岩盤内に設置されており、「トンネル標準示方書 山岳工法・同解説（土木学会）」において、「トンネルは周辺地山と一体となって挙動するため、地表の構造物に比べて地震の影響が少なく、耐震性に富む構造物である。」とされていることから、地震時において CV ケーブルトンネルに顕著な変位が生じることはないと考えられる。

以上より、CV ケーブルトンネルは不等沈下、傾斜等が起きないような十分な支持性能をもつ地盤に設置されているものと判断した。

【設置許可基準規則第 33 条 第 6 項 解釈 6】

第 2. 2. 4. 19 図に CV ケーブルトンネル標準断面図を示す。



A-A 断面図

第2. 2. 4. 19図 CVケーブルトンネル標準断面図

(2) CV ケーブルダクト

CVケーブルダクトは、直接基礎構造であり、1.0Ciの地震力に対し十分な支持性能を確保している。

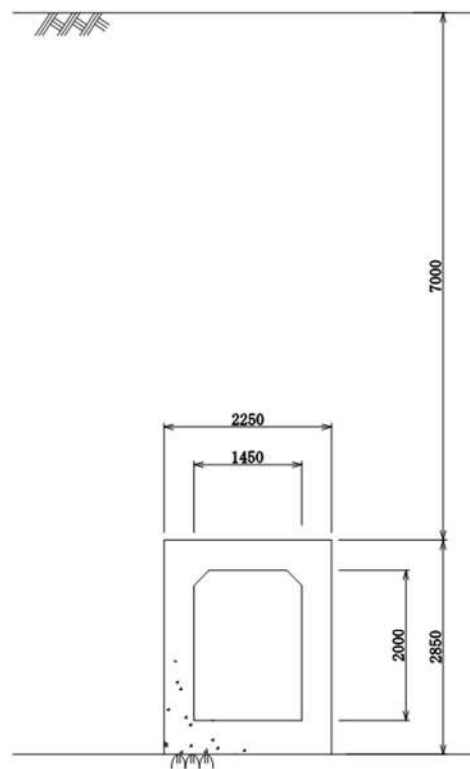
【設置許可基準規則第33条 第6項 解釈6】

CVケーブルダクトについては、土被り厚が最大であり、かつ断面形状の縦横比が大きい位置を代表断面として選定し、支持性能を確認した。

第2.2.4.7表にCVケーブルダクトの支持性能評価結果、第2.2.4.20図にCVケーブルダクト断面図を示す。

第2.2.4.7表 CV ケーブルダクトの支持性能評価結果

設備	最大接地圧	評価基準値	判定
CV ケーブルダクト	248kN/m ²	9,000kN/m ²	○



B-B 断面図

第2.2.4.20図 CVケーブルダクト断面図