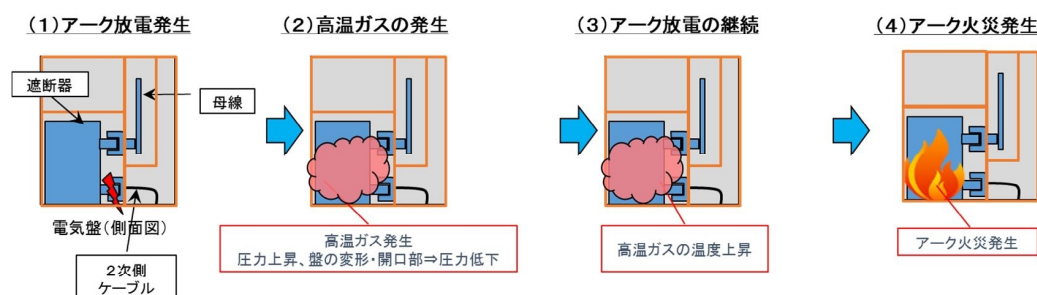


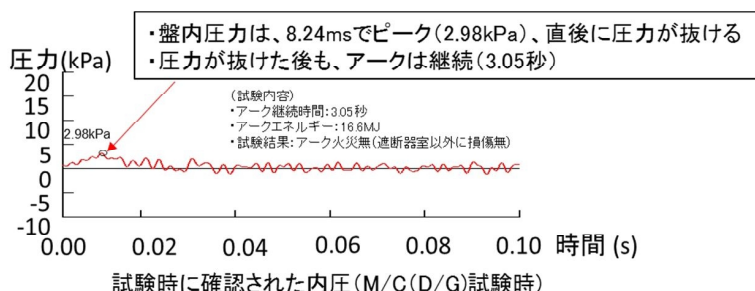
同等性に影響を与える恐れのあるパラメータの整理に関する補足について

1. アーク火災発生メカニズムについて



(1) 電気盤遮断器室内の遮断器の1次側（又は2次側）に銅線で三相短絡し、短絡電流を流すことによりアーク放電を発生させると、金属ヒュームを含んだ高温ガスが発生する。この高温ガスによる爆発現象は、音速で伝播すると考えると、 $0.01\text{秒} \times 340\text{m/s} \approx 3.4\text{m}$ 。

(2) 電気盤の寸法は、高さ約3m×幅約1m×奥行き約3mであることから、以下のグラフのとおり、 $0.01\text{秒} \sim 0.02\text{秒}$ 後（M/C(DG)試験は約0.01秒後）に圧力上昇はピークとなり、その後電気盤の開口部や盤内仕切板の変形（M/C(DG)試験ではアークパワーが小さいことから仕切板の変形には至らない）により高温ガスは電気盤外に抜け、盤内圧力は減少傾向になる。なお、密閉容器であれば、圧力が上昇すれば温度も上昇するが、電気盤は密閉構造ではなく開口部を有する構造であることから、圧力の上昇に伴い盤内の温度が上昇するものではない。



盤内開口部の状態(遮断器室)

(3, 4) 短時間で大部分の高温ガスは電気盤外に放出されるが、一部はアーク放電の発生箇所である遮断器近傍に滞留することから、高温ガスから可燃物にエネルギーが伝播し、あるしきい値以上のエネルギーが印加されるとアーク火災となる。試験体系上、アークを発生させた銅線をワイヤリングした箇所である遮断器近傍に最も高温ガスが滞留しやすいことから、遮断器室内の可燃物が主要な燃焼物であり、試験の結果とも一致している。



遮断器室アーク発生、アーク火災有、消火後の遮断器の様子

2. M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験との圧力上昇の相違点について

第3回新規規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合（2018年10月15日開催）「資料3-2 高エネルギーアーク損傷（HEAF）に伴う火災対策に係る事業者の取り組み状況について」5頁（別添1参照）に試験体選定時の考え方を記載しており、HEAF発生時の圧力上昇は、盤の変形や開口部から圧力が抜けるため HEAF 発生直後の盤内温度上昇に盤内容積の大小は直接寄与しない旨説明している。

事業者意見の聴取に係る会合では、試験時に確認された電気盤の内圧は先行 M/C 試験を代表として記載しているが、HEAF 発生直後の最大圧力値は約 62.5kPa（火災が発生しない最大アークエネルギー）であった。それに比べて、M/C (DG) 試験は約 2.98kPa（火災が発生しない最大アークエネルギー）であった（別添2参照）。

先行 M/C 試験と同様にアーク火災を防止するためにはアーク火災となるアークエネルギー（しきい値）以内に抑える設計とすることについて、前述の M/C (DG) 試験、先行 M/C 試験の HEAF 発生直後の最大圧力の違いを踏まえてもアーク火災発生メカニズムとして同等であることについて補足説明する。

(1) M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験で用いた試験体、試験条件等の相違点

M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験で用いた試験体、試験条件等について纏めた結果は表1のとおりである（詳細は別添3参照）。

試験条件のうち試験電流については、M/C (DG) 試験は先行 M/C 試験の 1 / 4 程度の試験電流値である。それ以外（試験体、計測方法等）については明確な差はなく同等である。

表1 M/C (DG) 試験 - 先行 M/C 試験の比較について

	M/C (DG) 試験	先行 M/C 試験	比較・評価
試験体	規格： JEM-1425、JEC-2300 に基づき製造 開口面積：約 0.48m ²	規格： JEM-1425、JEC-2300 に基づき製造 開口面積：約 0.07m ²	同一の規格で製造されており形状、盤容積（遮断器室）、絶縁物の種別、開口部の大きさなどに明確な差はない
試験条件	試験電圧：6.9kV 試験電流：5.0kA	試験電圧：6.9~8.0kV 試験電流： 18.9~40.0kA	試験電圧は同等であるが試験電流については M/C(DG)試験は非常用 DG 給電時の 3 相短絡電流を模擬しており M/C 試験時の約 13~25% 程度の大きさ
計測方法	圧力センサ（共和電業製・ひずみゲージ式・200kPa）	同左	センサ・測定箇所、測定方法ともに同等である。

(2) 試験電流値の差による影響について

アークエネルギーはアークパワーとアーク時間の積分値であるがアーク時間は可変パラメータであることから、HEAF 発生直後の現象の違いはアークパワー（アーク電圧とアーク電流の積）の差として現れる。

図1に HEAF 試験で得られた全ての M/C の最大アークパワー（アーク電圧とアーク電流の積）と圧力上昇最大値の関係を示すと概ね比例関係にあることがわかる。M/C (DG) 試験における、最大アークパワーは 14.4～17.2MW であり、先行 M/C 試験時における値（非耐震：33.6～68.3MW, 耐震：84.9～156.9MW）と比べて小さい理由は、前述のとおり試験条件における電流値が小さいからである（M/C (DG) 5kA、M/C (DG) 以外の非耐震：18.9kA、耐震：40kA）。

このことから、電気盤内の圧力上昇の現象としては、M/C (DG) 試験および先行 M/C 試験の試験電流値の差によるものでありピーク圧力に違いはあるものの同様の波形形状を示しており試験状況からも開口部から高温ガスが電気盤外に抜けていることは明らかであることから圧力上昇の現象としては同様であると考えられる。（開放系アーク放電と試験データの比較については別紙1参照）

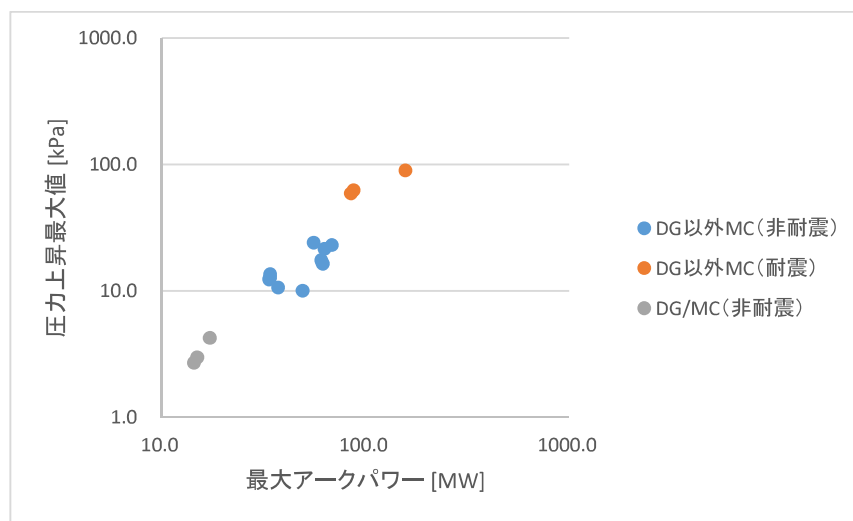


図1 最大アークパワーと圧力上昇最大値の関係

(3) まとめ

今回の HEAF 試験では、図1のとおりアークパワーと圧力上昇値は比例関係にあることから、HEAF 発生直後の圧力上昇という現象は、外部電源受電時と非常用ディーゼル発電機給電時に違いはなく同様のメカニズムであると考えられる。

よって、アーク火災発生メカニズムである以下の①、②について、非常用ディーゼル発電機給電時においても①については本考察のとおり外部電源受電時と同等のメカニズムであると考えられる。

- ①HEAF 発生直後の短時間で大部分の高温ガスは電気盤外に放出される
- ②一部の高温ガスは、アーク放電の発生箇所である遮断器近傍に滞留することから、高温ガスから可燃物にエネルギーが伝播し、あるしきい値以上のエネルギーが印加されるとアーク火災となる。

また、②については第3回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合（2018年10月15日開催）「資料3-2 高エネルギーアーク損傷（HEAF）に伴う火災対策に係る事業者の取り組み状況について」補10頁（添付1参照）に記載のとおり M/C についてはアークエネルギーが約 25MJ 以上となれば火災となり、アーク継続時間とアークエネルギーは基準電流 25kA で換算すると外部電源受電時、非常用ディーゼル発電機給電時に違いはなく概ね比例関係にあることから同等のメカニズムと考えることができる。

以 上

開放系アーク放電と試験データの比較について

開放系アーク放電に関する Babrauskas 博士の論文^[1]によると図 1－1 のとおりアークパワー（横軸）は、発生圧力×離隔距離（アーク発生箇所と圧力測定箇所との間の距離）の積（縦軸）で整理できる。今回の電気盤寸法は、高さ 2.3m×幅 1m×奥行き 2.5mであり、電気盤の正面で測定した圧力が最大値を示したため離隔距離を 0.5m とした。試験時の条件を下表に整理し図 1－1 黄色プロットで示すと概ね Baker's theory と示された赤線付近にあることから開放系の論文データと符合する。これより、アーク発生時の電気盤内圧力は、開放系のアークパワーと離隔距離の物理指標で整理できる。

また、試験状況ビデオからも高温ガスが開口部等から抜けることは明らかである。このことから M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験で使用した電気盤は盤内仕切り板変形や開口部を有する構造であることから、境界条件が開放系に近い同等の電気盤として扱うことができると推察する。

表 1－1 アーク発生時の電気盤内圧力に関連する物理量

物理量	M/C (DG) 試験時	先行 M/C 試験時
アークパワー (横軸)	$2\pi fVI$ $= 2 * \pi * 100\text{Hz} * 1.33\text{kV} * 5\text{kA}$ $\approx 4 * 10^9$ (9 乗オーダー) W/s	$2\pi fVI$ $= 2 * \pi * 100\text{Hz} * 1.34\text{kV} * 40\text{kA}$ $\approx 3.3 * 10^{10}$ (10 乗オーダー) W/s
圧力×離隔距離 (縦軸)	$2.98\text{kPa} \times 0.5\text{ m}$ $\approx 1.5 * 10^3\text{ Pa}\cdot\text{m}$	$62.5\text{kPa} \times 0.5\text{m}$ $\approx 3.1 * 10^4\text{ Pa}\cdot\text{m}$

注) f : 周波数 (全波整流波形となることから $50 \times 2 = 100\text{Hz}$)

V : アーク電圧、I : 試験電流

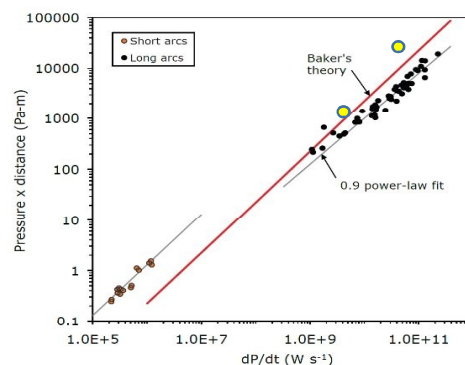


Figure 5 The results of Drouet and Nadeau for short (8 mm) and long (many meters) arcs

図 1－1 開放空間におけるアークパワーと圧力上昇の関係

出典 [1] V. Babrauskas, "Electric Arc Explosions", Proc. 12th Intl. Conf. Interflam, pp. 1283-1296, 2010

以 上

資料 3-2 高エネルギーアーク損傷 (HEAF) に伴う火災対策に係る事業者の取り組み状況について (抜粋)

I-3. 試験条件(1/2)
5

図・写真: 出典(2)

・ 試験方法は、「高エネルギーアーク損傷(HEAF)に係る電気盤の設計に関する審査ガイド」(以下、「審査ガイド」)を参照し、試験内容の妥当性を確認。(試験用電源盤の代表性、試験条件、アーク火災判定方法等)

・ 主な試験条件を以下に示す。【審査ガイドの各項目適合状況:「Ⅲ 補足資料」参照】

(1) 試験体の選定

同種類の電源盤単位(M/C・P/C・C/C毎)の場合は同等と扱い試験を実施

- アーク火災は、アーク放電エネルギーにより盤内で発生する高温ガスによる熱的影響により当該部位の可燃物が加熱され、アーク火災に至る。
- HEAF第一段階で盤内に発生した高温ガスによる盤内圧力上昇は、約0.01秒後にピークとなり約0.02秒後には圧力が抜ける。ボイル・シャルルの法則では、体積が一定の場合、圧力と温度は比例するが、電気盤は、盤の変形や開口部から圧力が抜けるため、盤内温度上昇に盤内容積の大小は直接寄与しない。また、盤内リレー・ケーブル等の可燃物は、同種類の電源盤(M/C・P/C・C/C)であれば、製造メーカーによらず、同程度であることを踏まえ、試験体を選定。

(試験内容)
・ 盤内圧力は、14.5msecでピーク(62.5kPa)。直後に圧力が抜ける
・ 圧力が抜けた後も、アークは継続(0.63秒)
・ アーク継続時間: 0.63秒
・ アークエネルギー: 25.3MJ
・ 試験結果: アーク火災無(盤厚、盤内仕切板等変形)

試験時に確認された内圧(M/C/D/G以外))

盤内仕切板の状態(母線室一遮断器室間) 試験後の盤正面の状態

補足1. 試験条件設定の考え方詳細
補 10

(3) 短絡電流の目標値(5/5)

○ 保護継電器の整定

➢ 試験毎に実測アーク電流は異なるものの基準試験電流20kAでアーク継続時間を補正した場合のアーク継続時間とアークエネルギーは比例関係を示すことから、保護継電器の設計においては、プラント電源盤固有の短絡電流値からアーク継続時間を換算し、換算したアーク継続時間以内に保護継電器の動作時間を設定する。

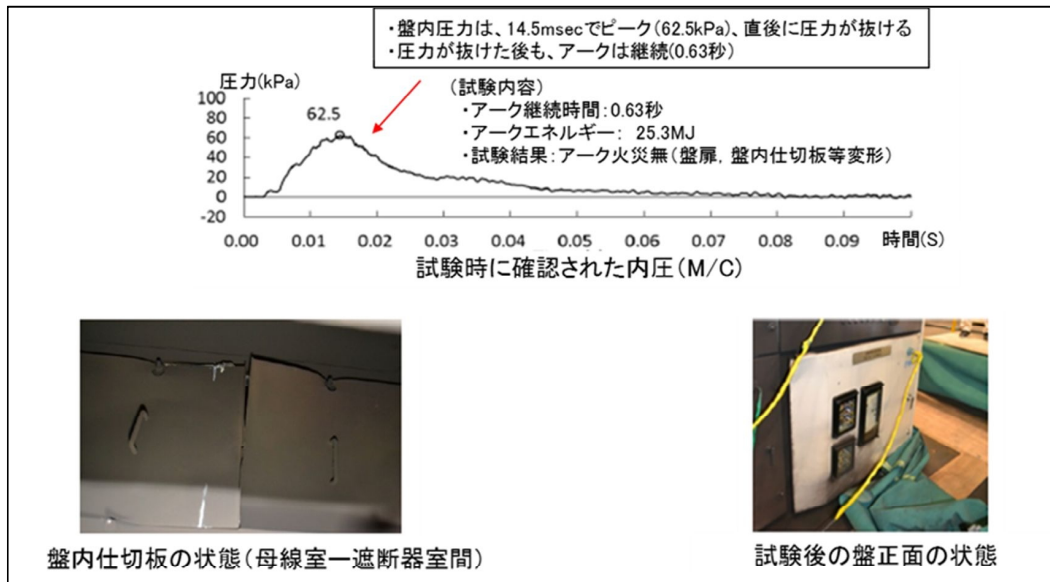
試験電圧 6.9kV
凡例:
黒塗 HEAF火災有
白塗 HEAF火災無

補正した通電時間tarcで整理
tarc = tarc(実測値) × 電流平均値(実測値) ÷ 基準電流20kA

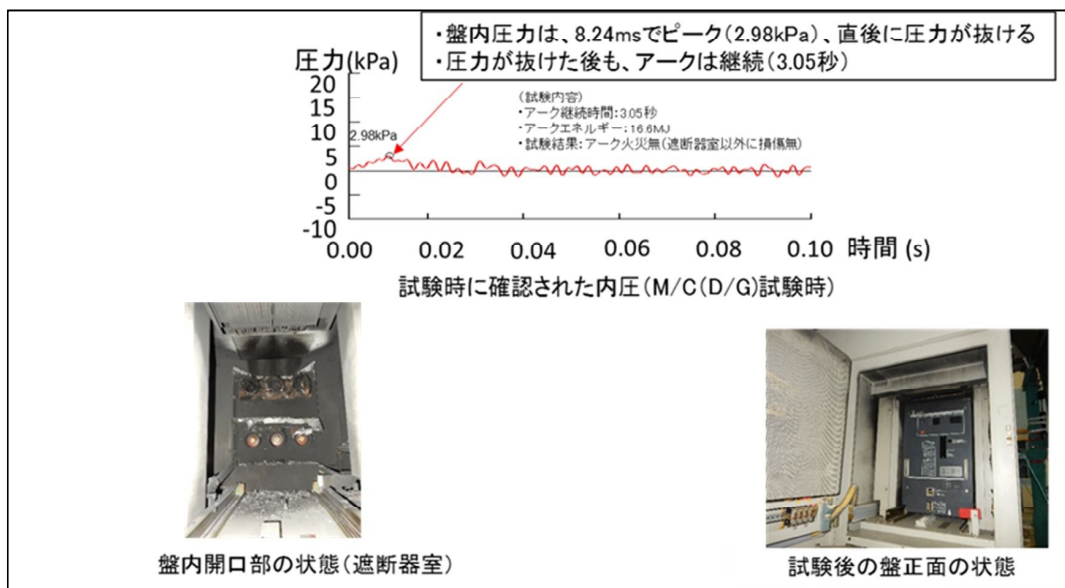
○ 非耐震MC (DG以外)
◇ 耐震MC (DG以外)
△ 非耐震MC (DG)

アーク継続時間—アークエネルギーの関係(基準電流20kA補正)




(1) 先行 M/C 試験の電気盤内圧



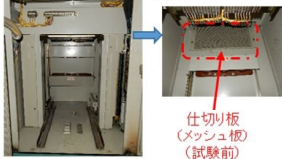





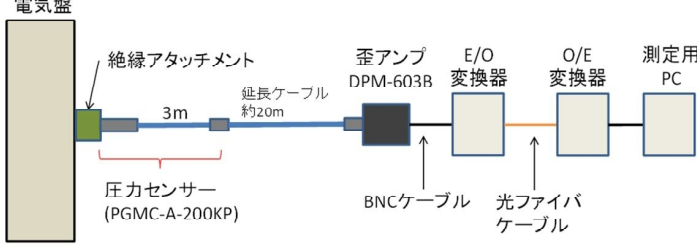
(2) M/C (DG) 試験の電気盤内圧



別表 1 M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験の相違点について (1/3)

試験盤	M/C(DG)試験	先行M/C試験	
	試験盤③	試験盤①	試験盤②
	非耐震 6.9 kV	非耐震 7.2kV	耐震 7.2kV
対象機器			
相数	三相		
試験周波数	50 Hz		
試験電圧	6.9 kV	6.9 kV	8.0 kV
試験電流	5.0 kA	18.9 kA	40.0 kA
発弧箇所	遮断器室	ケーブル室または遮断器室	

別表1 M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験の相違点について (2/3)

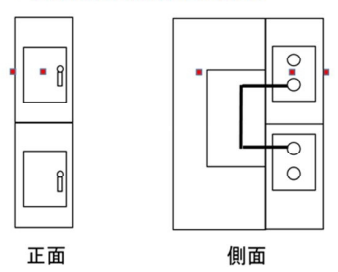
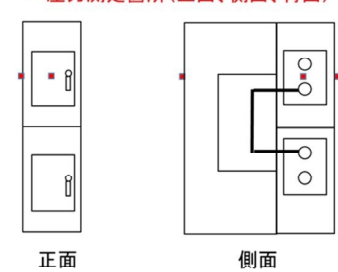
試験盤	M/C(DG)試験	先行M/C試験	
	試験盤③	試験盤①	試験盤②
遮断器室内※1	 <p>拡大 仕切り板 (メッシュ板) (試験前)</p>		 <p>拡大 仕切り板の外れ (試験後)</p>
開口部等による高温ガスの主な放出経路※1	<ul style="list-style-type: none"> ・通気口 ・遮断器室-母線空間の仕切り板の隙間 (盤の変形はほとんど見られず) 	<ul style="list-style-type: none"> ・扉と盤筐体との隙間 ・上下段遮断器室間の仕切り板の隙間 ・外れた天板、変形した扉・側板 	<ul style="list-style-type: none"> ・天板(ケーブル引込口部) ・上下段遮断器室間の仕切り板の隙間 ・外れた天板、外れた仕切り板、変形した扉・側板 
電気盤内の主な圧力測定箇所※2	発弧箇所を有する電気盤の正面扉、側面	発弧箇所を有する電気盤の正面扉、側面、背面	
圧力測定器	 <p>電気盤 絶縁アタッチメント 3m 延長ケーブル 約20m 歪アンプ DPM-603B E/O 変換器 O/E 変換器 測定用 PC 圧力センサー (PGMC-A-200kPa) BNCケーブル 光ファイバケーブル</p> <p>電気盤側面に取付けた圧力計</p> <p>※絶縁アタッチメントについては、電源盤内の側板、正面扉に取り付けてあり、盤内部の圧力が測定できるように盤表面からねじ込み取り付けている。</p>		
	<p>ひずみゲージ方式、定格容量:200kPa(精度:±1.5%RO以内※3) サンプリング時間:20μs以上</p>		

※1, 2: 開口部箇所(高温ガス放出経路含む)、圧力測定箇所については次項参照。

※3: センサーメーカーカタログ値では、±1.5%RO以内となっているものの、M/C(DG)試験データにおいて、公開文献「公益財団法人日本適合性認定協会「JAB NOTE 4 不確かさの求め方(電気試験/大電力試験分野)JAB RL504.2013」」に基づき不確かさを算出したところ、3%程度であり、2.89~3.07の間に真値が存在する。

別添 3-2

別表1 M/C (DG) 試験と先行 M/C 試験の相違点について (3/3)










試験盤	M/C(DG)試験	先行M/C試験	
	試験盤③	試験盤①	試験盤②
開口箇所 (イメージ図)			
電気盤内の主な圧力測定箇所 (イメージ図)	<p>▪ 圧力測定箇所(正面、側面)</p>  <p>正面 側面</p> <p>※発弧位置が正面左上段の遮断器の場合</p>	<p>▪ 圧力測定箇所(正面、側面、背面)</p>  <p>正面 側面</p> <p>※発弧位置が正面左上段の遮断器の場合</p>	

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

火災感知設備及び消火設備の配置について

大飯3・4号機、高浜3・4号機の火災感知機及び消火設備の配置について、以降に示す。なお、配置図の凡例については(1)に記載の通りとする。

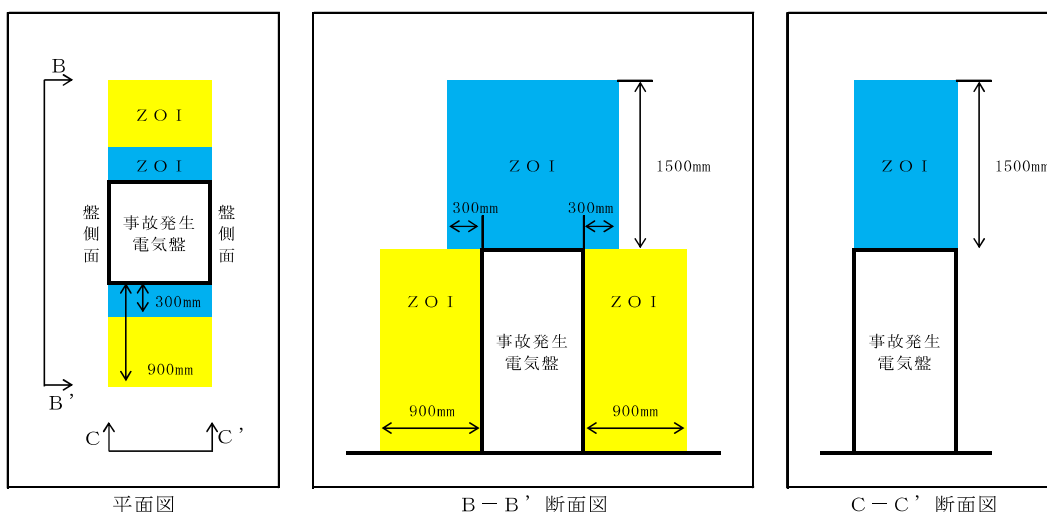
(1) 凡例

-  (平面図)  (断面図) : 炎感知器
-  (平面図)  (断面図) : 煙感知器
-  (平面図)  (断面図) : 熱感知器
-  : 全域ハロン消火装置配管
-  : 全域ハロン消火装置ノズル
-  Z O I (※)

※Z O I (Zone Of Influence) とは

電気盤内で発生したアーク放電の盤外への影響範囲のこと。詳細については下図参照。

-  : 垂直方向への影響範囲
-  : 水平方向への影響範囲



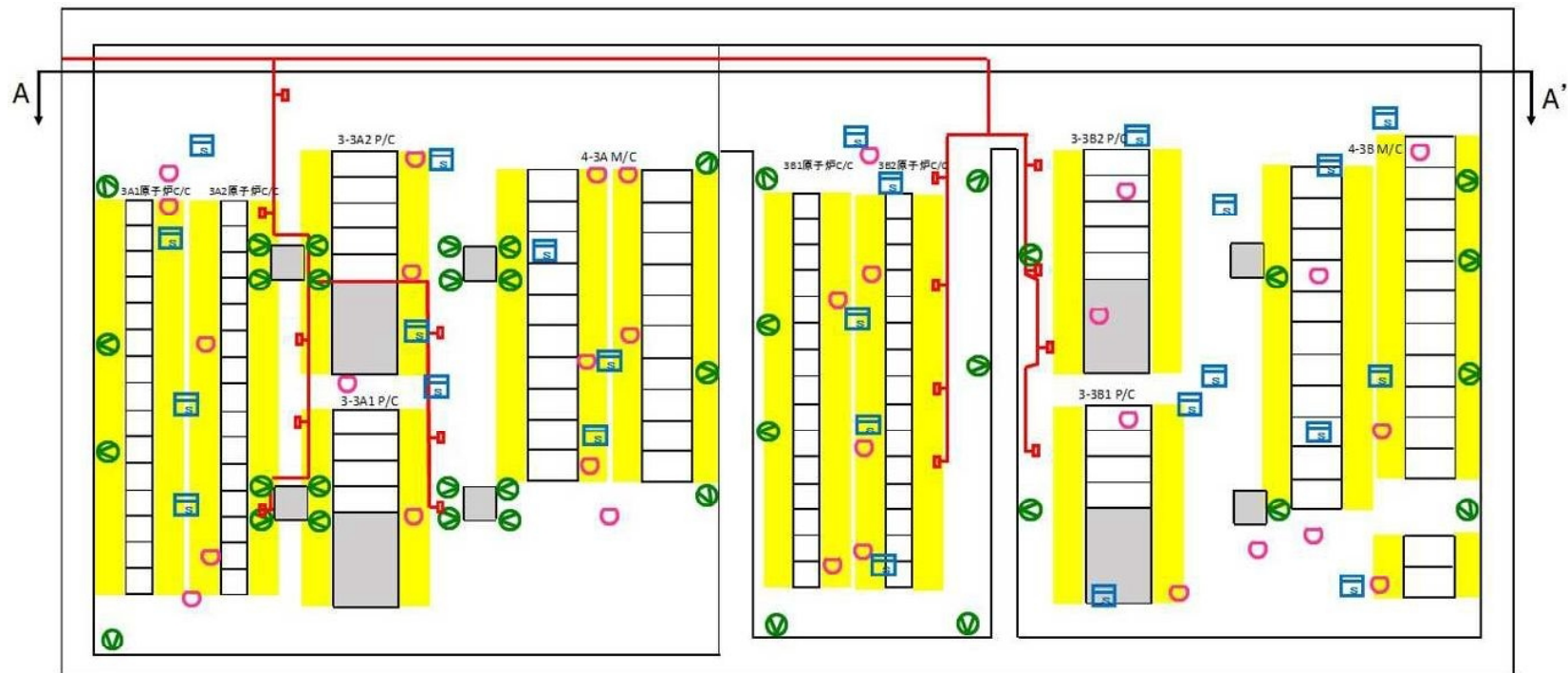
(2) 火災感知設備及び消火設備の配置図

各ユニットの火災感知設備及び消火設備の配置図について、以下のページに示す。

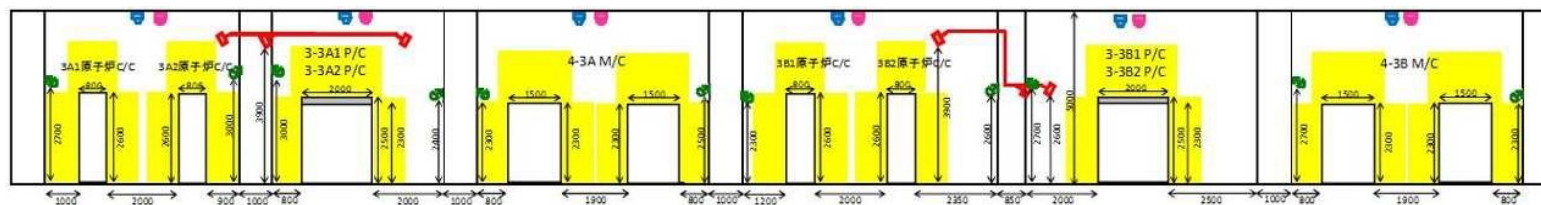
なお、図内に記載されている寸法の単位についてはミリメートルとする。

- a. 大飯3号機 . . . 2ページ
- b. 大飯4号機 . . . 3ページ
- c. 高浜3号機 . . . 4ページ
- d. 高浜4号機 . . . 5ページ

a. 大飯3号機



大飯発電所3号機 メタクラ室平面図 (E L 15.8M)

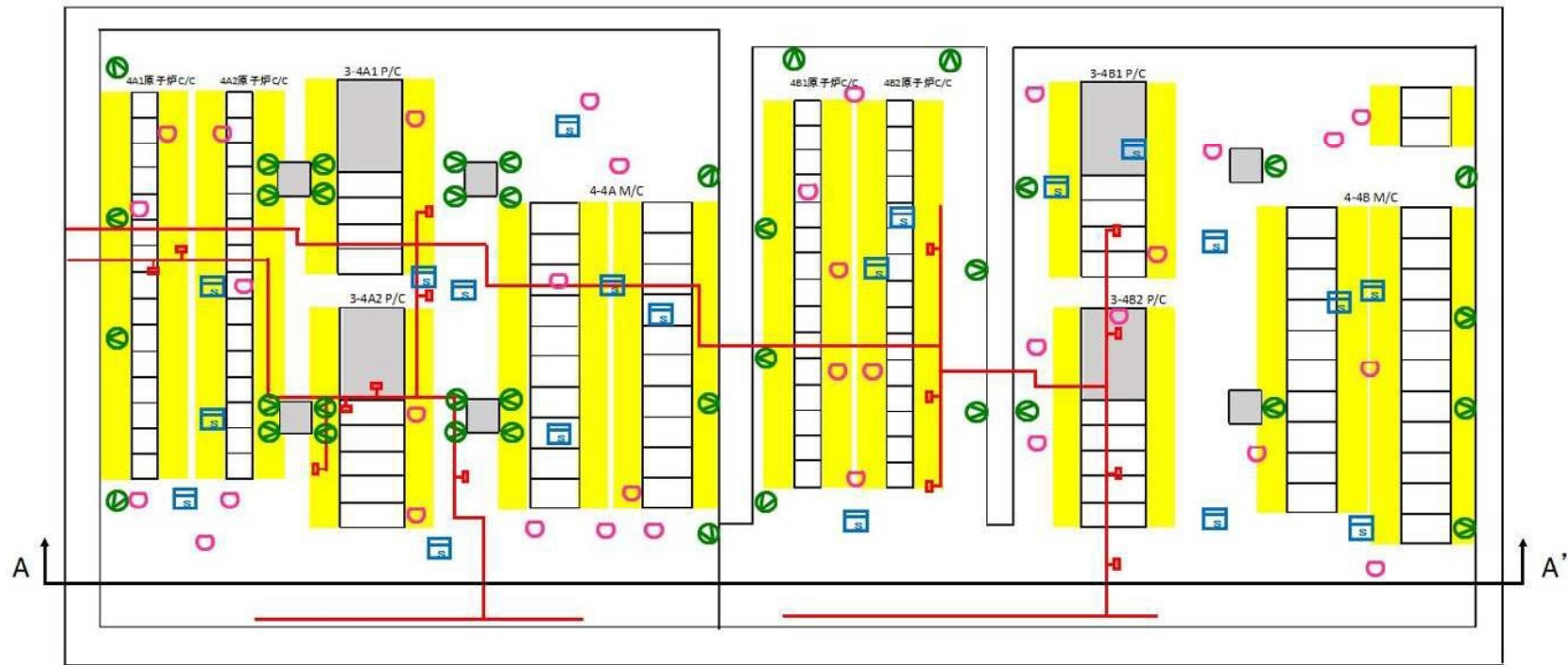


A-A' 断面 (※)

※煙感知器、熱感知器については全て天井 (5000mm) 付近に取り付けられているため記載について簡略化する。

b. 大飯4号機

添2-3-



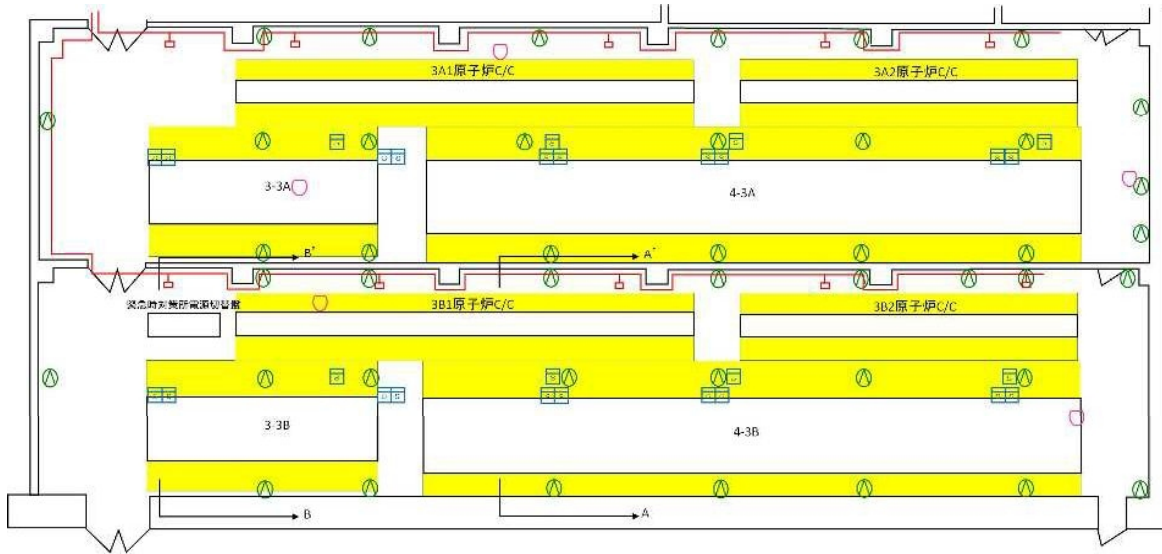
大飯発電所4号機 メタクラ室平面図 (E L 15.8M)



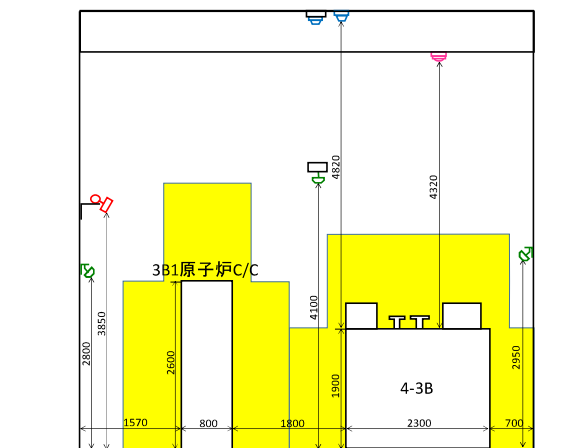
A-A' 断面 (※)

※炎感知器、煙感知器については全て天井 (5000mm) 付近に取り付けられているため記載について簡略化する。

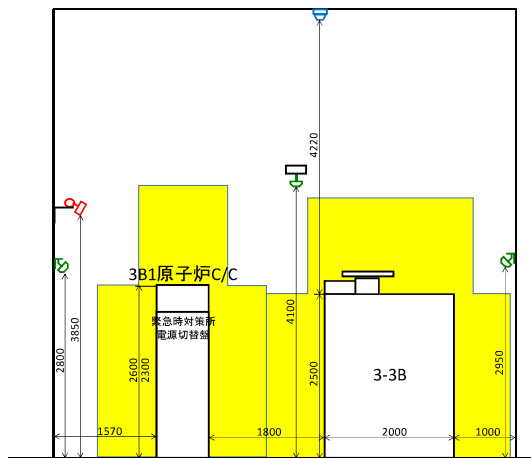
c. 高浜 3号機



高浜発電所3号機 メタクラ室平面図 (E L 10.50M)



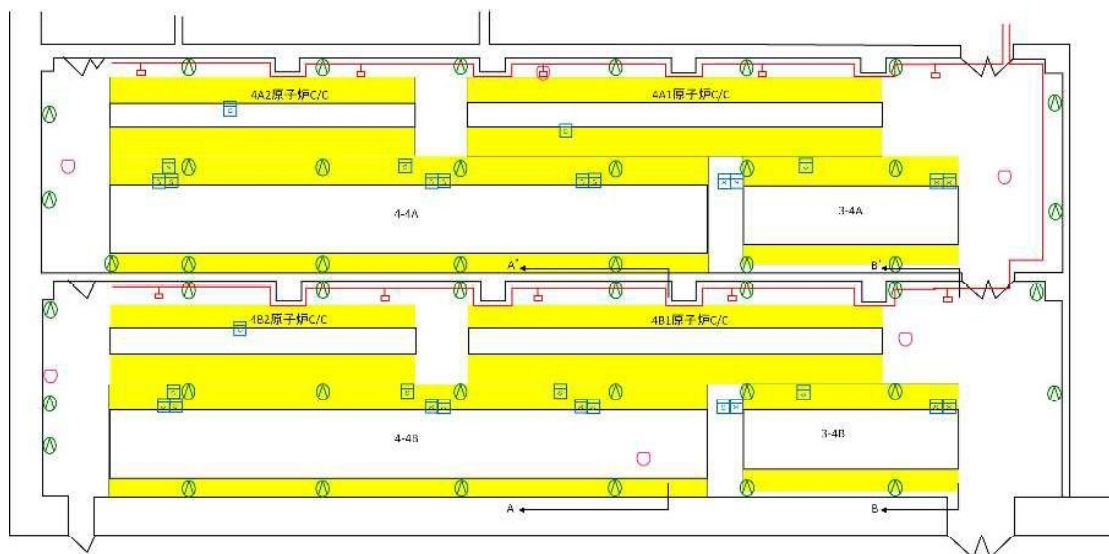
A-A' 断面



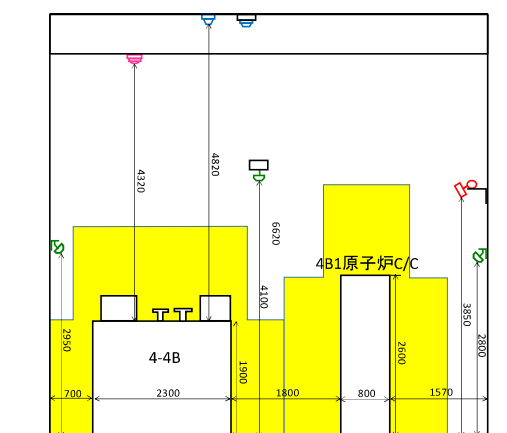
B-B' 断面

-添 2-4-

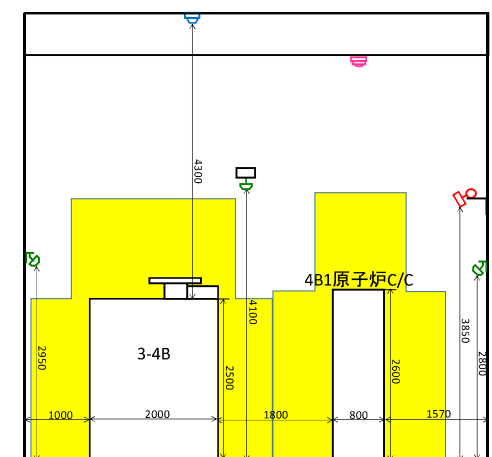
d. 高浜 4 号機



高浜発電所 4 号機 メタクラ室平面図 (E L 10. 50 M)



A - A' 断面



B - B' 断面

-添 2-5-

HEAF 試験時における短絡電流の目標値について

「4.2 短絡電流の目標値」で整理した表 4.2.1 について実機プラント全ての短絡電流値について表 3.1～3.8 に示す。

表 3.1 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(大飯 3 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】大飯 3 号機の短絡電流値
M/C	18.9 kA または 40.0 kA	約 24.5 kA～約 43.1 kA
P/C	45.0 kA	約 28.0 kA～約 29.9 kA
C/C	45.0 kA	約 24.1 kA～約 28.5 kA

表 3.2 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(大飯 4 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】大飯 4 号機の短絡電流値
M/C	18.9 kA または 40.0 kA	約 24.2 kA～約 41.7 kA
P/C	45.0 kA	約 27.9 kA～約 29.9 kA
C/C	45.0 kA	約 24.0 kA～約 28.5 kA

表 3.3 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(高浜 3 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】高浜 3 号機の短絡電流値
M/C	18.9 kA または 40.0 kA	約 23.7 kA～約 28.5 kA
P/C	45.0 kA	約 29.3 kA～約 29.8 kA
C/C	45.0 kA	約 26.5 kA～約 28.8 kA

表 3.4 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(高浜 4 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】高浜 4 号機の短絡電流値
M/C	18.9 kA または 40.0 kA	約 23.9 kA～約 28.5 kA
P/C	45.0 kA	約 29.3 kA～約 29.8 kA
C/C	45.0 kA	約 24.2 kA～約 26.2 kA

表 3.5 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(大飯 3 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】大飯 3 号機の短絡電流値
M/C(DG)	5 kA	約 5.3 kA

表 3.6 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(大飯 4 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】大飯 4 号機の短絡電流値
M/C(DG)	5 kA	約 5.3 kA

表 3.7 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(高浜 3 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】高浜 3 号機の短絡電流値
M/C(DG)	5 kA	約 4.0kA

表 3.8 HEAF 試験時における短絡電流の目標値(高浜 4 号)

電気盤	短絡電流目標値	【参考】高浜 4 号機の短絡電流値
M/C(DG)	5 kA	約 4.0kA

電気盤のアークエネルギー及び遮断器の遮断時間一覧について

「6. HEAF に係る対策の判断基準」で整理した表 6.2 について、実機プラント全ての電気盤の
アーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧を表 4.1～4.4 に示す。

なお、アーク放電発生箇所となる遮断器名称及びアーク放電を遮断するために開放する遮断器
名称については、「3. 技術基準規則への適合が必要な電気盤」の図 3.2 に示す系統図と整合して
いる。

表 4.1 各電気盤のアーカ放電遮断時間及びアーカエネルギーの一覧 (大飯 3 号機) (1/3)

機器名称	アーカ放電発生箇所 遮断器名称	アーカ放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーカ電圧(kV)	考慮している誤差パターン
						①+③遮断時間(sec) ※	アーカエネルギー(MJ) ※	①+②+③遮断時間(sec)	アーカエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-3HA (4-3AM/C 受電遮断器(3HT r 側))	130	0.490	—	0.050	0.540	21.91	0.540	21.91	33.64	1.34	5
		G30	0.490	—	0.094	0.584	23.70	0.584	23.70	33.64		5
	4-3E1A (4-3AM/C 受電遮断器(No.1ET r 側))	E10	0.400	—	0.066	0.466	24.20	0.466	24.20	43.05		5
	4-3E2A (4-3AM/C 受電遮断器(No.2ET r 側))	E20	0.700	0.010	0.050	0.750	22.19	0.760	22.49	24.53		6
			4-3E2CD (常用系メタクラ分離遮断器)	0.700	0.010	0.050	0.750	22.74	0.760	23.04		25.13
	4-3A 母線に接続される遮断器 (4-3HA,4-3E1A,4-3E2A,4-3AEG を除く)	4-3HA	0.200	0.025	0.100	0.300	12.18	0.325	13.19	33.64		2
		4-3E1A	0.200	0.025	0.100	0.300	15.58	0.325	16.88	43.05		2
		4-3E2A	0.200	0.025	0.100	0.300	8.88	0.325	9.62	24.53		2
	4-3HB (4-3BM/C 受電遮断器(3HT r 側))	130	0.490	—	0.050	0.540	22.77	0.540	22.77	34.96		5
		G30	0.490	—	0.094	0.584	24.63	0.584	24.63	34.96		5
	4-3E1B (4-3BM/C 受電遮断器(No.1ET r 側))	E10	0.400	—	0.066	0.466	23.95	0.466	23.95	42.61		5
	4-3E2B (4-3BM/C 受電遮断器(No.2ET r 側))	E20	0.700	0.010	0.050	0.750	22.74	0.760	23.04	25.13		6
	4-3B 母線に接続される遮断器 (4-3HB,4-3E1B,4-3E2B,4-3BEG を除く)	4-3HB	0.200	0.025	0.100	0.300	12.65	0.325	13.71	34.96		2
		4-3E1B	0.200	0.025	0.100	0.300	15.42	0.325	16.71	42.61		2
4-3E2B		0.200	0.025	0.100	0.300	9.10	0.325	9.85	25.13	2		
パワーセンタ	3-3A1 (3-3A1 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-3A1H	1.200	0.084	0.084	1.284	15.63	1.368	16.66	28.96	0.467	1
	3-3A1 母線に接続される遮断器 (3-3A1 を除く)	3-3A1	0.400	0.025	0.066	0.466	5.68	0.491	5.98	28.96		2
	3-3A2 (3-3A2 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-3A2H	1.180	0.083	0.084	1.264	15.67	1.347	16.70	29.49		1

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.1 各電気盤のアーカ放電遮断時間及びアーカエネルギーの一覧 (大飯 3 号機) (2/3)

機器 名称	アーカ放電発生箇所 遮断器名称	アーカ放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーカ電圧(kV)	考慮している誤差パターン
						①+③遮断時間(sec) ※	アーカエネルギー(MJ) ※	①+②+③遮断時間(sec)	アーカエネルギー(MJ)			
パワーセンタ	3-3A2 母線に接続される遮断器 (3-3A2 を除く)	3-3A2	0.400	0.025	0.066	0.466	5.86	0.491	6.17	29.87	0.467	2
	3-3B1 (3-3B1 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-3B1H	1.200	0.084	0.084	1.284	15.62	1.368	16.64	28.94		1
	3-3B1 母線に接続される遮断器 (3-3B1 を除く)	3-3B1	0.400	0.025	0.066	0.466	5.67	0.491	5.98	28.94		2
	3-3B2 (3-3B2 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-3B2H	1.160	0.082	0.084	1.244	15.62	1.326	16.65	29.87		1
	3-3B2 母線に接続される遮断器 (3-3B2 を除く)	3-3B2	0.400	0.025	0.066	0.466	5.86	0.491	6.17	29.87		2
コントロールセンタ	3A1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3A1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3A1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.02	0.200	3.02	24.85	0.675	8
	3A2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3A2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3A2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.47	0.200	3.47	28.48		8
	3B1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3B1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3B1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.04	0.200	3.04	24.94		8
	3B2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3B2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3B2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.40	0.200	3.40	27.93		8

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.1 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧（大飯 3 号機）(3/3)
 （非常用ディーゼル発電機に接続される電気盤）

アーク放電発生箇所		アーク放電を遮断するために開放する遮断器等	①保護継電器の動作時間 (sec)	②誤差 (sec)	誤差を考慮しない場合			誤差を考慮した場合			三相短絡電流(kA)	アーク電圧(kV)	考慮している誤差パターン
機器名称	遮断器名称				③継電器動作後の電流供給停止までの時間 (sec)	①+③遮断時間 (sec) *1	アークエネルギー (MJ) *1	③'継電器動作後の電流供給停止までの時間 (sec)	①+②+③'遮断時間 (sec)	アークエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-3AEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	3A 非常用ディーゼル発電機停止	0.200	0.025	5.318	5.518	6.93	5.703	5.928	8.88	5.3	1.33	2
	4-3A 母線に接続される遮断器 (4-3AEG を除く)	4-3AEG	0.200	0.025	0.140*2	0.340	2.69	0.184	0.409	3.04			
	4-3BEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	3B 非常用ディーゼル発電機停止	0.200	0.025	5.318	5.518	6.93	5.703	5.928	8.88			
	4-3B 母線に接続される遮断器 (4-3BEG を除く)	4-3BEG	0.200	0.025	0.140*2	0.340	2.69	0.184	0.409	3.04			

※1：工認申請には、本内容を記載

※2：非常用ディーゼル発電機受電遮断器が開放するまでの時間

表 4.2 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧 (大飯 4 号機) (1/3)

機器 名称	アーク放電発生箇所 遮断器名称	アーク放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーク電圧(kV)	考慮している誤差パターン
						①+③遮断時間(sec) ※	アークエネルギー(MJ) ※	①+②+③遮断時間(sec)	アークエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-4HA (4-4AM/C 受電遮断器(4HT r 側))	140	0.400	—	0.050	0.450	21.46	0.450	21.46	39.53	1.34	5
		G40	0.400	—	0.094	0.494	23.56	0.494	23.56	39.53		5
	4-4E1A (4-4AM/C 受電遮断器(No.1ET r 側))	E10	0.400	—	0.066	0.466	23.43	0.466	23.43	41.68		5
	4-4E2A (4-4AM/C 受電遮断器(No.2ET r 側))	E20	0.700	0.010	0.050	0.750	21.89	0.760	22.19	24.20		6
	4-4A 母線に接続される遮断器 (4-4HA,4-4E1A,4-4E2A,4-4AEG を除く)	4-4HA	0.200	0.025	0.100	0.300	14.31	0.326	15.50	39.53		2
		4-4E1A	0.200	0.025	0.100	0.300	15.08	0.325	16.34	41.68		2
		4-4E2A	0.200	0.025	0.100	0.300	8.76	0.325	9.49	24.20		2
	4-4HB (4-4BM/C 受電遮断器(4HT r 側))	140	0.400	—	0.050	0.450	22.48	0.450	22.48	41.41		5
		G40	0.400	—	0.094	0.494	24.68	0.494	24.68	41.41		5
	4-4E1B (4-4BM/C 受電遮断器(No.1ET r 側))	E10	0.400	—	0.066	0.466	23.32	0.466	23.32	41.49		5
	4-4E2B (4-4BM/C 受電遮断器(No.2ET r 側))	E20	0.700	0.010	0.050	0.750	22.43	0.760	22.73	24.79		6
	4-4B 母線に接続される遮断器 (4-4HB,4-4E1B,4-4E2B,4-4BEG を除く)	4-4HB	0.200	0.025	0.100	0.300	14.99	0.325	16.24	41.41		2
		4-4E1B	0.200	0.025	0.100	0.300	15.02	0.325	16.27	41.49		2
		4-4E2B	0.200	0.025	0.100	0.300	8.97	0.325	9.72	24.79		2
	4-4E2CD (常用系メタクラ分離遮断器)	E20	0.700	0.010	0.050	0.750	22.43	0.760	22.73	24.79		6
パワーセンタ	3-4A1 (3-4A1 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-4A1H	1.200	0.084	0.084	1.284	15.61	1.368	16.63	28.92	0.467	1
	3-4A1 母線に接続される遮断器 (3-4A1 を除く)	3-4A1	0.400	0.025	0.066	0.466	5.67	0.491	5.97	28.92		2
	3-4A2 (3-4A2 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-4A2H	1.170	0.082	0.084	1.254	15.68	1.336	16.71	29.75		1

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.2 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧 (大飯 4 号機) (2/3)

機器 名称	アーク放電発生箇所		①保護継 電器の動 作時間 (sec)	②誤差 (sec)	③遮断器 の開極時 間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡 電流(kA)	アーク 電圧(kV)	考慮して いる誤差 パターン
	遮断器名称	アーク放電を遮 断するために開 放する遮断器				①+③ 遮断時間 (sec) ※	アーク エネルギー (MJ) ※	①+②+③ 遮断時間 (sec)	アーク エネルギー (MJ)			
パ ワ ー セ ン タ	3-4A2 母線に接続される遮断器 (3-4A2 を除く)	3-4A2	0.400	0.025	0.066	0.466	5.85	0.491	6.16	29.82	0.467	2
	3-4B1 (3-4B1 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-4B1H	1.200	0.084	0.084	1.284	15.61	1.368	16.63	28.91		1
	3-4B1 母線に接続される遮断器 (3-4B1 を除く)	3-4B1	0.400	0.025	0.066	0.466	5.67	0.491	5.97	28.91		2
	3-4B2 (3-4B2 P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	4-4B2H	1.160	0.082	0.084	1.244	15.60	1.326	16.63	29.83		1
	3-4B2 母線に接続される遮断器 (3-4B2 を除く)	3-4B2	0.400	0.025	0.066	0.466	5.85	0.491	6.16	29.83		2
コ ン ト ロ ー ル セ ン タ	4A1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4A1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4A1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.01	0.200	3.01	24.71	0.675	8
	4A2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4A2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4A2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.46	0.200	3.46	28.44		8
	4B1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4B1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4B1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.03	0.200	3.03	24.92		8
	4B2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4B2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4B2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.44	0.200	3.44	28.30		8

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.2 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧（大飯 4 号機）(3/3)
 （非常用ディーゼル発電機に接続される電気盤）

アーク放電発生箇所		アーク放電を遮断するために開放する遮断器等	①保護継電器の動作時間 (sec)	②誤差 (sec)	誤差を考慮しない場合			誤差を考慮した場合			三相短絡電流(kA)	アーク電圧(kV)	考慮している誤差パターン
機器名称	遮断器名称				③継電器動作後の電流供給停止までの時間 (sec)	①+③遮断時間 (sec) *1	アークエネルギー (MJ) *1	③'継電器動作後の電流供給停止までの時間 (sec)	①+②+③'遮断時間 (sec)	アークエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-4AEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	4A 非常用ディーゼル発電機停止	0.200	0.025	5.318	5.518	6.93	5.703	5.928	8.88	5.3	1.33	2
	4-4A 母線に接続される遮断器 (4-4AEG を除く)	4-4AEG	0.200	0.025	0.140*2	0.340	2.69	0.184	0.409	3.04			
	4-4BEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	4B 非常用ディーゼル発電機停止	0.200	0.025	5.318	5.518	6.93	5.703	5.928	8.88			
	4-4B 母線に接続される遮断器 (4-4BEG を除く)	4-4BEG	0.200	0.025	0.140*2	0.340	2.69	0.184	0.409	3.04			

※1：工認申請には、本内容を記載

※2：非常用ディーゼル発電機受電遮断器が開放するまでの時間

表 4.3 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧 (高浜 3 号機) (1/3)

機器名称	アーク放電発生箇所 遮断器名称	アーク放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーク電圧(kV)	考慮している誤差パターン
						①+③遮断時間(sec) ※	アークエネルギー(MJ) ※	①+②+③遮断時間(sec)	アークエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-3HA (4-3AM/C 受電遮断器(3HT r 側))	130	0.060	—	0.050	0.110	3.15	0.110	3.15	23.73	1.34	7
		G30	0.300	0.025	0.150	0.450	12.88	0.475	13.60	23.73		2
	4-3SA (4-3AM/C 受電遮断器(3ST r 側))	St30	0.530	0.064	0.050	0.580	17.37	0.644	19.28	24.82		4
	4-3EA (4-3AM/C 受電遮断器(ET r 側))	E10	0.060	—	0.066	0.126	4.33	0.126	4.33	28.44		7
	4-3A 母線に接続される遮断器 (4-3HA,4-3SA,4-3EA,4-3AEG を除く)	4-3HA	0.300	0.025	0.100	0.400	11.45	0.425	12.17	23.73		2
		4-3SA	0.300	0.025	0.100	0.400	11.98	0.425	12.73	24.82		2
		4-3EA	0.300	0.025	0.100	0.400	13.72	0.425	14.58	28.44		2
	4-3HB (4-3BM/C 受電遮断器(3HT r 側))	130	0.060	—	0.050	0.110	3.18	0.110	3.18	23.97		7
		G30	0.300	0.025	0.150	0.450	13.01	0.475	13.74	23.97		2
	4-3SB (4-3BM/C 受電遮断器(3ST r 側))	St30	0.530	0.064	0.050	0.580	17.29	0.644	19.20	24.71		4
	4-3EB (4-3BM/C 受電遮断器(ET r 側))	E10	0.060	—	0.066	0.126	4.33	0.126	4.33	28.44		7
	4-3B 母線に接続される遮断器 (4-3HB,4-3SB,4-3EB,4-3BEG を除く)	4-3HB	0.300	0.025	0.100	0.400	11.57	0.425	12.29	23.97		2
		4-3SB	0.300	0.025	0.100	0.400	11.93	0.425	12.67	24.71		2
		4-3EB	0.300	0.025	0.100	0.400	13.72	0.425	14.58	28.44		2
パワーセンタ	3-3A (3-3A P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	3-3AH	1.162	0.082	0.084	1.246	15.59	1.328	16.62	29.76	0.467	1
	3-3A 母線に接続される遮断器 (3-3A を除く)	3-3A	0.400	0.025	0.066	0.466	5.83	0.491	6.15	29.76		2
	3-3B (3-3B P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	3-3BH	1.162	0.082	0.084	1.246	15.59	1.328	16.62	29.76		1
	3-3B 母線に接続される遮断器 (3-3B を除く)	3-3B	0.400	0.025	0.066	0.466	5.83	0.491	6.15	29.76		2

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.3 各電気盤のアーカ放電遮断時間及びアーカエネルギーの一覧 (高浜 3 号機) (2/3)

アーカ放電発生箇所		アーカ放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間 (sec)	②誤差 (sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーカ電圧(kV)	考慮している誤差パターン
機器名称	遮断器名称					①+③遮断時間 (sec) ※	アーカエネルギー (MJ) ※	①+②+③遮断時間 (sec)	アーカエネルギー (MJ)			
コントロールセンタ	3A1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3A1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3A1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.50	0.200	3.50	28.80	0.675	8
	3A2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3A2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3A2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.26	0.200	3.26	26.81		8
	3B1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3B1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3B1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.50	0.200	3.50	28.80		8
	3B2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (3B2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	3B2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.26	0.200	3.26	26.81		8

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.3 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧（高浜 3 号機）(3/3)
 （非常用ディーゼル発電機に接続される電気盤）

アーク放電発生箇所		アーク放電を遮断するために開放する遮断器等	①保護継電器の動作時間 (sec)	②誤差 (sec)	誤差を考慮しない場合			誤差を考慮した場合			三相短絡電流(kA)	アーク電圧(kV)	考慮している誤差パターン
機器名称	遮断器名称				③継電器動作後の電流供給停止までの時間 (sec)	①+③遮断時間 (sec) *1	アークエネルギー (MJ) *1	③'継電器動作後の電流供給停止までの時間 (sec)	①+②+③'遮断時間 (sec)	アークエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-3AEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	3A 非常用ディーゼル発電機停止	0.300	0.025	5.349	5.649	5.65	5.718	6.043	7.08	4.0	1.33	2
	4-3A 母線に接続される遮断器 (4-3AEG を除く)	4-3AEG	0.300	0.025	0.140*2	0.440	2.40	0.184	0.509	2.66	4.0		2
	4-3BEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	3B 非常用ディーゼル発電機停止	0.300	0.025	5.349	5.649	5.65	5.718	6.043	7.08	4.0		2
	4-3B 母線に接続される遮断器 (4-3BEG を除く)	4-3BEG	0.300	0.025	0.140*2	0.440	2.40	0.184	0.509	2.66	4.0		2

※1：工認申請には、本内容を記載

※2：非常用ディーゼル発電機受電遮断器が開放するまでの時間

表 4.4 各電気盤のアーク放電遮断時間及びアークエネルギーの一覧 (高浜 4 号機) (1/3)

機器 名称	アーク放電発生箇所 遮断器名称	アーク放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーク電圧(kV)	考慮している誤差パターン
						①+③遮断時間(sec) ※	アークエネルギー(MJ) ※	①+②+③遮断時間(sec)	アークエネルギー(MJ)			
メタルクラッド開閉装置	4-4HA (4-4AM/C 受電遮断器(4HT r 側))	140	0.060	—	0.050	0.110	3.18	0.110	3.18	23.95	1.34	7
		G40	0.300	0.025	0.150	0.450	13.00	0.475	13.72	23.95		2
	4-4SA (4-4AM/C 受電遮断器(4ST r 側))	St30	0.530	0.064	0.050	0.580	17.37	0.644	19.28	24.82		4
	4-4EA (4-4AM/C 受電遮断器(ET r 側))	E10	0.060	—	0.066	0.126	4.33	0.126	4.33	28.44		7
	4-4A 母線に接続される遮断器 (4-4HA,4-4SA,4-4EA,4-4AEG を除く)	4-4HA	0.300	0.025	0.100	0.400	11.56	0.425	12.28	23.95		2
		4-4SA	0.300	0.025	0.100	0.400	11.98	0.425	12.73	24.82		2
		4-4EA	0.300	0.025	0.100	0.400	13.72	0.425	14.58	28.44		2
	4-4HB (4-4BM/C 受電遮断器(4HT r 側))	140	0.060	—	0.050	0.110	3.19	0.110	3.19	23.99		7
		G40	0.300	0.025	0.150	0.450	13.02	0.475	13.75	23.99		2
	4-4SB (4-4BM/C 受電遮断器(4ST r 側))	St30	0.530	0.064	0.050	0.580	17.30	0.644	19.20	24.72		4
	4-4EB (4-4BM/C 受電遮断器(ET r 側))	E10	0.060	—	0.066	0.126	4.33	0.126	4.33	28.44		7
	4-4B 母線に接続される遮断器 (4-4HB,4-4SB,4-4EB,4-4BEG を除く)	4-4HB	0.300	0.025	0.100	0.400	11.58	0.425	12.30	23.99		2
		4-4SB	0.300	0.025	0.100	0.400	11.93	0.425	12.68	24.72		2
		4-4EB	0.300	0.025	0.100	0.400	13.72	0.425	14.58	28.44		2
パワーセンタ	3-4A (3-4A P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	3-4AH	1.163	0.082	0.084	1.247	15.59	1.329	16.61	29.73	0.467	1
	3-4A 母線に接続される遮断器 (3-4A を除く)	3-4A	0.400	0.025	0.066	0.466	5.83	0.491	6.14	29.73		2
	3-4B (3-4B P/C 受電遮断器(動変 2 次側))	3-4BH	1.163	0.082	0.084	1.247	15.59	1.329	16.61	29.73		1
	3-4B 母線に接続される遮断器 (3-4B を除く)	3-4B	0.400	0.025	0.066	0.466	5.83	0.491	6.14	29.73		2

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.4 各電気盤のアーカ放電遮断時間及びアーカエネルギーの一覧（高浜4号機）(2/3)

アーカ放電発生箇所		アーカ放電を遮断するために開放する遮断器	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	③遮断器の開極時間等(sec)	誤差を考慮しない場合		誤差を考慮した場合		三相短絡電流(kA)	アーカ電圧(kV)	考慮している誤差パターン
機器名称	遮断器名称					①+③遮断時間(sec) ※	アーカエネルギー(MJ) ※	①+②+③遮断時間(sec)	アーカエネルギー(MJ)			
コントロールセンタ	4A1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4A1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4A1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.19	0.200	3.19	26.19	0.675	8
	4A2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4A2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4A2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	2.99	0.200	2.99	24.53		8
	4B1 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4B1 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4B1 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	3.19	0.200	3.19	26.19		8
	4B2 原子炉 C/C に接続される遮断器 (4B2 原子炉 C/C 受電遮断器を除く)	4B2 原子炉 C/C 受電遮断器	0.180	—	0.020	0.200	2.99	0.200	2.99	24.53		8

※ 工認申請には、本内容を記載

表 4.4 各電気盤のアーカ放電遮断時間及びアーカエネルギーの一覧（高浜 4 号機）(3/3)
 （非常用ディーゼル発電機に接続される電気盤）

アーカ放電発生箇所		アーカ放電を遮断するために開放する遮断器等	①保護継電器の動作時間(sec)	②誤差(sec)	誤差を考慮しない場合			誤差を考慮した場合			三相短絡電流(kA)	アーカ電圧(kV)	考慮している誤差パターン		
機器名称	遮断器名称				③継電器動作後の電流供給停止までの時間(sec)	①+③遮断時間(sec) *1	アーカエネルギー(MJ) *1	③'継電器動作後の電流供給停止までの時間(sec)	①+②+③'遮断時間(sec)	アーカエネルギー(MJ)					
メタルクラッド開閉装置	4-4AEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	4A 非常用ディーゼル発電機停止	0.300	0.025	5.349	5.649	5.65	5.718	6.043	7.08	4.0	1.33	2		
	4-4A 母線に接続される遮断器 (4-4AEG を除く)	4-4AEG	0.300	0.025	0.140*2	0.440	2.40	0.184	0.509	2.66				4.0	2
	4-4BEG (非常用ディーゼル発電機受電遮断器)	4B 非常用ディーゼル発電機停止	0.300	0.025	5.349	5.649	5.65	5.718	6.043	7.08				4.0	2
	4-4B 母線に接続される遮断器 (4-4BEG を除く)	4-4BEG	0.300	0.025	0.140*2	0.440	2.40	0.184	0.509	2.66				4.0	2

※1：工認申請には、本内容を記載

※2：非常用ディーゼル発電機受電遮断器が開放するまでの時間

非常用 DG 保護ロジックへの 50 保護リレー追加に関わる既存設備への影響について

1. はじめに

非常用 DG 保護ロジックへの 50 保護リレーの追加において、既存設備への影響確認を実施するものである。

2. 50 保護リレー追加における回路構成について

今回の当該保護リレーにおける追加ロジック、回路構成の概略イメージについて高浜3, 4号機を一例として図1の通り示す。(盤名称の違い等はあるが、大飯3, 4号機についても同様の回路構成である。)

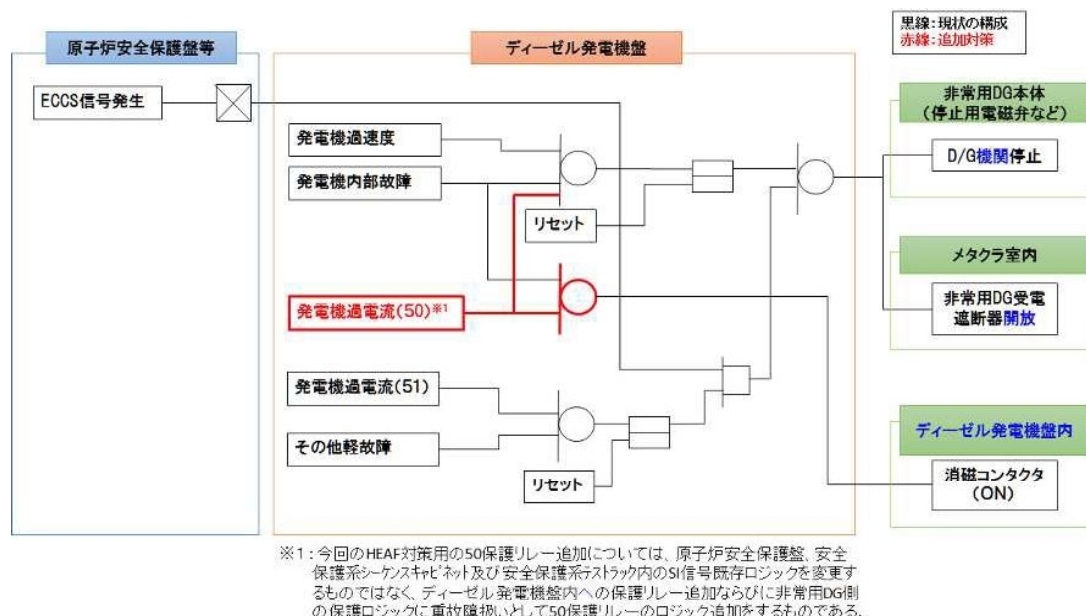


図1 回路構成概略図(イメージ)

図1に示す通り、当該保護リレー追加は SI 信号ロジックを変更するものではなく、ディーゼル発電機盤内に 50 保護リレーを追加し、非常用 DG 側のロジック回路を一部追加するものである。

なお、既存のディーゼル発電機盤内に追加し、耐震、溢水影響等については既評価から変更が無いよう設計する。また、本ロジックについては、既許可の設計を変更するものでもない。

【50 保護リレーロジック追加設計の考え方】

- a. 非常用 DG 受電遮断器での HEAF 発生に起因した短絡電流を早期に検出することを目的としている。

- b. 追加する 50 保護リレーについては、SI 時においても HEAF による電気盤の損壊の拡大防止を優先する必要があるため、現状の 51 保護リレー（発電機過電流要素）とは別に保護リレーをディーゼル発電機盤内に追加し、重故障扱いとする。
⇒従って、50 保護リレー動作で非常用 DG 受電遮断器開放、非常用 DG 機関の停止となる。
- c. 上記に加え、アークエネルギー抑制の観点から、非常用 DG 機関の停止後速やかに HEAF 発生点である非常用 DG 受電遮断器への電流供給を停止する必要があることから、50 保護リレー動作で非常用 DG の消磁コンタクトを投入する。

なお、非常用 DG 用の具体的な HEAF 対策検討については、別添 1 参照。

3. 保護ロジックにおける設計思想について

今回追加する 50 保護リレーは、HEAF 火災を発生させないことを目的に設置するものであり、図 2 に示す通り、87 保護リレーの保護範囲の延長線上にある非常用 DG 受電遮断器での電気事故を保護^{注 1}するものであり、87 保護リレーと同じ設計思想（1/1 ロジックで動作）とするのが妥当である。また、この設計の考え方については、母線側の保護リレーの設計思想（メタクラ安全系補機の 50-51 保護リレー等は 1/1 ロジックで動作）とも整合している。

注 1：発電機内部故障（87）は非常用 DG 発電機から非常用 DG 受電遮断器までの電路を保護範囲としており、50 保護リレーについては、87 保護範囲を含め非常用電源系統（非常用 DG 受電遮断器を含む）を保護範囲としている。

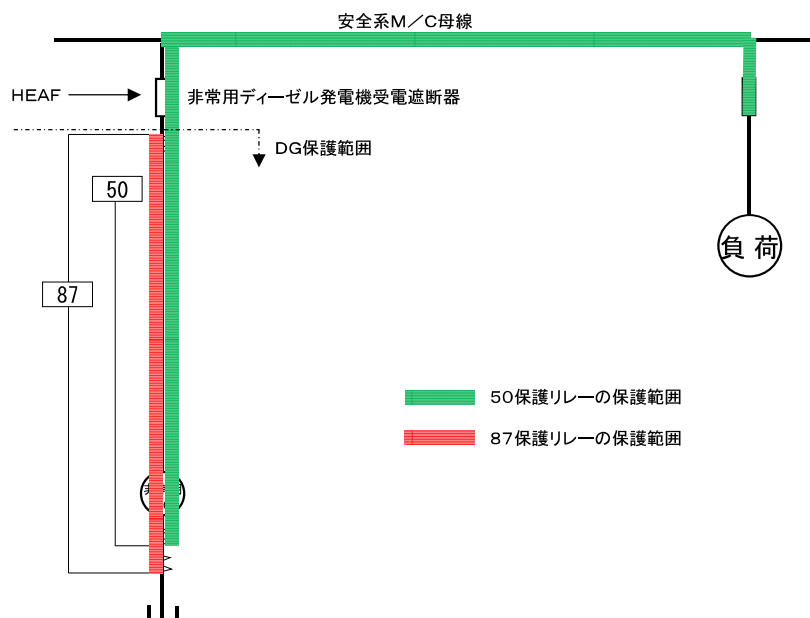


図 2 50 保護リレーと 87 保護リレーの保護範囲のイメージ図

4. 50 保護リレー追設による非常用 DG への悪影響を防止するための設計上の考慮について

(1) 50 保護リレー故障による悪影響に対する設計上の考慮

50 保護リレーについては、設置許可基準規則第 12 条第 1 項及びその解釈、ならびに設置許可添付書類八の設計方針に基づき、非常用 DG と分離及び隔離する必要がある。

【設置許可基準規則 第12条第1項】

安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。

【設置許可基準規則の解釈 第12条】

第1項に規定する「安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたもの」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」による。ここで、当該指針における「安全機能を有する構築物、系統及び機器」は本規定の「安全施設」に読み替える。

【発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針】

IV. 分類の適用の原則

3. 分離及び隔離の原則

安全機能を有する構築物、系統又は機器は、これら二つ以上のもの間において、又は安全機能を有しないものとの間において、その一方の運転又は故障等により、同位ないし上位の重要度を有する他方に期待される安全機能が阻害され、もって原子炉施設の安全が損なわれることのないように、機能的隔離及び物理的分離を適切に考慮しなければならない。

【設置許可 添付書類八】（高浜3号機の例）

1.3 安全機能の重要度分類

1.3.2 分類の適用の原則

(3) 安全機能を有する構築物、系統又は機器は、これら二つ以上のもの間において、又は安全機能を有しないものとの間において、その一方の運転又は故障等により、同位ないし上位の重要度を有する他方に期待される安全機能が阻害され、もって原子炉施設の安全が損なわれることのないように、機能的隔離及び物理的分離を適切に考慮する。

(4) 重要度の異なる構築物、系統又は機器を接続するときは、下位の重要度のものに上位の重要度のものと同等の設計上の要求を課すか、又は上位の重要度のものと同等の隔離装置等によって、下位の重要度のものの故障等により上位の重要度のものの安全機能が損なわれないように、適切な機能的隔離が行われるよう考慮する。

ただし、本申請では HEAF 対策を目的として 50 保護リレーと非常用 DG を相互接続する必要があるため、50 保護リレーの故障によって非常用 DG の安全機能の遂行が阻害されることがないように、以下の運転管理・保守管理による対応を行うものとする。

①運転管理による対応

当該保護リレーは、高浜発電所保安規定の(運転管理業務)第 13 条の 2(1),(3),(4)、(巡視点検)第 14 条第 1 項、(運転管理に関する社内標準の作成)第 15 条による運転管理の

対象として、発電室(運転員)が運転監視、巡視点検、運転操作、警報発信時の対応、故障時の対応、定期的な試験・確認等を実施することとなる。

具体的には、当該保護リレーには自己診断機能が備わっており、異常があった場合に故障警報を発信するため、運転員は中央制御室において設備状態の監視を行うとともに、巡視点検時に目視で異常有無を確認する。さらに、定期的な非常用 DG サーベランス時にも、50 保護リレーに異常がないことを確認する。

警報発信時の対応については予め社内標準に定めて運用し、発電室(運転員)が当該保護リレーの故障を発見した場合には直ちに保修課に点検・復旧を依頼する。

なお、非常用 DG 運転中に万一当該保護リレーが故障した場合、機関の停止回路が動作し、或いは非常用 DG 受電遮断器が開放され、非常用 DG からの給電が停止する可能性が考えられる。ただし、安全系電源系統は、1つの非常用母線で原子炉を安全停止することができるよう多重性・独立性を有する設計となっていることから、1つの 50 保護リレーが故障したとしても、健全側の非常用 DG にて事故の収束は可能である。非常用 DG 待機中に万一当該保護リレーが故障し、誤動作して非常用 DG 停止信号を発信した場合、または復旧作業のために電源隔離を行う場合、非常用 DG が待機除外となるため、プラント運転中であれば高浜発電所保安規定第 74 条で定められている AOT10 日以内(動作可能な外部電源が 1 回線である場合は 12 時間以内)に復旧できなければプラント停止が必要となる。

②保守管理による対応

設備所管箇所は、当該保護リレーの保全指針及び点検計画を策定し、計画的に点検を実施することで設備の健全性を維持する。

また、発電室から当該保護リレーの点検・復旧依頼があった場合は、可及的速やかに復旧作業を開始する。当該保護リレーの復旧は、スイッチで CT 回路を短絡させ、リレーケースを引き抜くことで保護リレー単独で取替えができるため、以下の手順により約 10 時間で復旧可能と考えている。復旧後は、非常用 DG 停止信号をリセットし、非常用 DG を再起動することができる。

- ・作業準備 :約 1 時間
- ・予備品の運搬 :約 1.5 時間
- ・作業員の確保 :約 6.5 時間
- ・取替作業 :約 1 時間

上記の運転管理及び保守管理に係る業務は、高浜発電所保安規定第 3 条の品質マネジメント計画に基づく社内標準にしたがって実施することで、今回追設する 50 保護リレーの健全性を維持するとともに、異常の早期発見及び早期復旧に努め、偶発故障(悪影響)に対応する。

[保安規定第 74 条](大飯発電所については、79 条)

(ディーゼル発電機 –モード1、2、3および4–)

第 74 条 モード1、2、3および4において、ディーゼル発電機は、表74-1で定める事項を運転上の制限とする。

2. ディーゼル発電機が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次の各号を実施する。

(1) 発電室長は、定期検査時に、次の事項を確認する。

(a) 模擬信号によりディーゼル発電機が起動し、10秒以内にディーゼル発電機の電圧が確立すること。

(b) ディーゼル発電機に電源を求める機器が、母線電圧確立から所定の時間内に所定のシーケンスに従って順次負荷をとることができること。

(c) (b)における所定負荷のもとにおいて、ディーゼル発電機が電圧 6,900±345 V および周波数 60±3 Hz で運転可能であること。

(2) 当直課長は、モード1、2、3および4において、1ヶ月に1回、2基のディーゼル発電機について、待機状態から起動し、無負荷運転時の電圧が 6,900±345 V および周波数が 60±3 Hz であることならびに引き続き非常用高圧母線に並列して定格出力で運転可能であることを確認する。

(3) 当直課長は、モード1、2、3および4において、1ヶ月に1回、燃料油サービスタンク貯油量を確認する。

3. 当直課長は、ディーゼル発電機が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表74-3の措置を講じる。

表74-1

項目	運転上の制限
ディーゼル発電機※1	(1) ディーゼル発電機2基が動作可能であること※2 (2) 燃料油サービスタンクの貯油量が表74-2に定める制限値内にあること※3

※1: 3号炉および4号炉のディーゼル発電機は、重大事故等対処設備を兼ねる。

3号炉または4号炉のディーゼル発電機が動作不能時は、第85条

(表85-15)の運転上の制限も確認する。

※2: 予備潤滑運転(ターニング、エアラン)を行う場合、運転上の制限を適用しない。

※3: ディーゼル発電機が運転中および運転終了後の24時間は、運転上の制限を適用しない。

表74-2

項目	制限値	
	1号炉および2号炉	3号炉および4号炉
燃料油サービスタンク貯油量 (保有油量)	0.60 m ³ 以上	1.10 m ³ 以上

表74-3

条 件	要求される措置	完了時間
A. ディーゼル発電機1基が動作不能 ^{※4} である場合	A.1 当直課長は、当該ディーゼル発電機を動作可能な状態に復旧する。 および A.2 当直課長は、残りのディーゼル発電機を起動(無負荷運転)し、動作可能であることを確認する。	10日 4時間 その後の1日に1回
B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	B.1 当直課長は、残りのディーゼル発電機を運転状態(負荷運転)にする。 および B.2 当直課長は、当該ディーゼル発電機を動作可能な状態に復旧する。	速やかに 30日
C. ディーゼル発電機1基が動作不能である場合 および 動作可能な外部電源が1回線である場合	C.1 当直課長は、動作不能となっているディーゼル発電機1基または外部電源1回線を復旧する。	12時間
D. 条件BまたはCの措置を完了時間内に達成できない場合	D.1 当直課長は、モード3にする。 および D.2 当直課長は、モード5にする。	12時間 56時間

※4: 燃料油サービスタンクの貯油量(保有油量)が制限値を満足していない場合を含む(以下、本条において同じ)。

(参考) 今回追設する50保護リレーのプラント信頼性評価への影響

現在プラントの信頼性評価では、NUCIA データ『原子力発電所に関する確率論的安全評価用の機器故障率の算出(1982年度～1997年度 16ヵ年 49基データ改訂版)』(添付2参照。)で定義されている機器バウンダリに基づき実施している。

当該リレー誤動作による機関の停止については、“非常用ディーゼル発電機の計測制御回路”として当該リレーを非常用 DG のバウンダリに含めて取り扱っている※1。すなわち、非常用 DG の故障率には、当該リレーの要因による故障率も含まれているため、当該リレー設置によるプラントの信頼性評価への影響はない※2。

※1 PRA で使用している NUCIA の故障率データは、国内 PWR プラント全体の過去の故障実績を集計して統計的に算出された値を使用しています。その故障実績の集計に際して、機器ごとに機器バウンダリが定められています。機器バウンダリ内の故障要因により当該機器が機能喪失した実績は、当該機器の故障実績としてカウントさ

れます。そのため、当該機器の故障率に含まれます。一方、機器バウンダリ外の故障原因により当該機器が機能喪失した実績は、当該機器の故障実績としてカウントされません。そのため当該機器の故障率には含まれません。また、NUCIA 資料『原子力発電所に関する確率論的安全評価用の機器故障率の算出(1982 年度～1997 年度 16 力年 49 基データ 改訂版)』の 68 頁に非常用 DG のバウンダリの説明の図と表があり、この表の中でバウンダリ内の「計測制御装置」の設備として、「冷却水流量、潤滑油圧力、機関速度等に係る検出器・変圧器・保護リレー、その他」が挙げられています。「冷却水流量、潤滑油圧力、機関速度等」といった故障要素は非常用 DG 故障ロックアウトリレーを動作させ機関を直接停止させるものです。当該 50 リレーにつきましても電気系の保護信号ではあるものの、先の保護信号と並列なインターロック回路を構成し非常用 DG 故障ロックアウトリレーを動作させることから、当該 50 リレーについても先の保護信号用の保護リレーと同様に非常用 DG バウンダリ内の設備と整理され则认为します。

※2 PRA で使用している NUCIA の故障率データは、各プラントの各機器の詳細な設計情報を分析して算出されたものではなく、国内 PWR プラント全体の過去の故障実績を集計して統計的に算出された値を使用しています。よって、過去の実績に基づくものなので、現在の機器の設計が変更となっても即座に故障率に影響することはありません。一方で、機器の設計が変更となった後は、その設計での故障実績が積みあがっていくので、将来的には故障率に影響が出てくる可能性はあります。

なお、仮に非常用 DG の故障率とは別に当該リレーの故障率を取り扱った場合でも、現在プラントの信頼性評価で使用している NUCIA データ『故障件数の不確実さを考慮した国内一般機器故障率の推定(1982 年度～2010 年度 29 力年 56 基データ)』(添付 3 参照。)によれば、“非常用ディーゼル発電機の運転継続失敗”の発生頻度($3.3 \times 10^{-4}/\text{hr}$)に対し、リレー誤動作の発生頻度($3.0 \times 10^{-9}/\text{hr}$)※3 は十分に小さいものであり、非常用 DG の信頼性に有意な影響を与えることはないと考えます。

さらに、当該リレーの誤動作により、非常用 DG 受電遮断器の誤開によって間接的に非常用 DG の給電失敗に至るシーケンスも考えられるが、この場合も当該リレーは信頼性評価上、遮断器のバウンダリに含まれることから、当該リレーの設置が信頼性評価に影響することはない。前述と同様に仮に遮断器の故障率とは別に当該リレーの故障率を取り扱った場合でも、現在プラントの信頼性評価で使用している前述の NUCIA データでの遮断器誤開の発生頻度($3.8 \times 10^{-8}/\text{hr}$)に対し、リレー誤動作の発生頻度($3.0 \times 10^{-9}/\text{hr}$)※3 は一桁小さいものであり、この観点からも当該リレーの追加は非常用 DG の機能に対し、信頼性の面では有意な影響を与えることはないと考えます。

※3 今回追設する 50 保護リレーは、新設計や新規採用の製品ではなく、既設のメタルクラッド開閉装置等にも設置され、十分な使用実績があるデジタルリレーとするため、誤動

作の発生頻度については、アナログリレーも含んでいるリレー誤動作の発生頻度 ($3.0 \times 10^{-9}/\text{hr}$) よりも低いと考えている。(既設のデジタルリレーにおいて、これまで誤動作は発生していない)

(2) 自然現象等を起因とした悪影響に対する設計上の考慮

今回の 50 保護リレー追設は、既工認で認可された自然現象等に対する非常用 DG (MS-1) の基準適合性に影響を与えない設計とする。

具体的には、自然現象に起因して 50 保護リレーが非常用 DG に波及的影響を及ぼさないように、50 保護リレーについて以下のとおり設計する。(図3参照)

- ・「地震」に対しては、50 保護リレーをディーゼル発電機盤内に設置し、耐震 S クラスの構造強度を有する設計とする。具体的には、今回追設する 50 保護リレーは、安全系メタクラ盤(耐震 S クラス)の既設 50-51 リレー及びディーゼル発電機盤の既設保護リレーと同じ方法で盤内に取付け、固定することで、50 保護リレーが地震時に落下・脱落しない設計とする。また、50 保護リレーは、安全系メタクラ盤の既設 50-51 保護リレーと同型式であり、かつ、地震時におけるディーゼル発電機盤(T34:E.L.+4.0m、O34:E.L.+10.0m に設置)の応答加速度が安全系メタクラ盤(T34:E.L.+10.5m、O34:E.L.+15.8m に設置)の応答加速度以下となるため、安全系メタクラ盤の既設 50-51 リレーと同様、地震によって保護リレーが故障(機能喪失)することはない。
- ・「津波、外部衝撃、火災、蒸気タービン・発電機等の損壊に伴う飛散物」に対しては、50 保護リレーを既工認において基準適合性が確認されているディーゼル発電機盤内に設置することで、悪影響を及ぼさない設計とする。
- ・「溢水」に対しては、50 保護リレーをディーゼル発電機盤内の既設電気部品の高さ以上に配置することで、悪影響を及ぼさない設計とする。

また、「電気系統」の観点で今回の 50 保護リレー追設が非常用 DG に悪影響を及ぼさないように、50 保護リレーは非常用電源系から受電し、保護リレー単独でも保守管理が可能な設計とする。

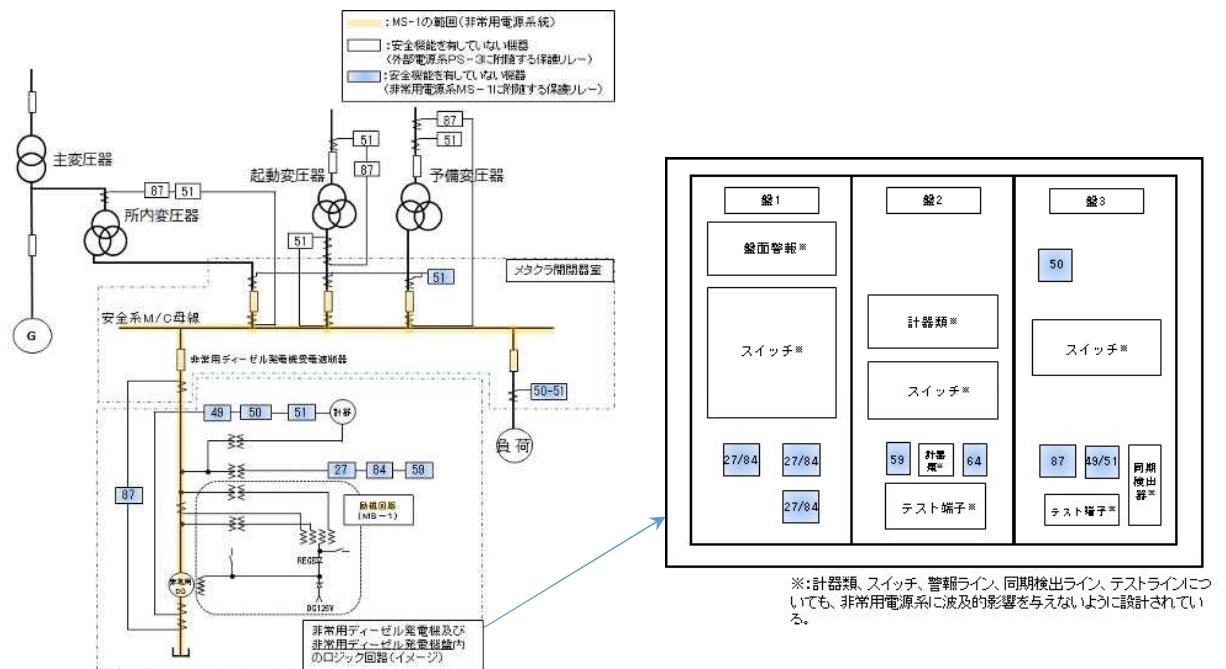


図3 非常用電源系に附属する保護リレーの設置概要図

5. まとめ

今回の50保護リレー追設は、87保護リレーと同様に、非常用DG給電時における電気事故(短絡事故)を検出する目的で設置していることから、非常用DGの保護リレー設計と整合した考え方(1/1ロジック:A系1台、B系1台)で設計している。この設計の考え方については、母線側の保護リレーの設計思想(メタクラ安全系補機の50-51保護リレー等は1/1ロジックで動作)とも整合している。

また、50保護リレーはHEAF対策の目的として、重故障扱いとして非常用DGの停止を実施することとなるが、当該リレーについては、既存のSI信号ロジック等の回路構成を変更するものではなく、ディーゼル発電機盤内に設置することで非常用DGの自然現象等に対する基準適合性に影響がないように設計しており、運転管理面及び保守管理面の対応により、50保護リレーの健全性を維持するとともに、異常の早期発見及び早期復旧に努め、偶発故障(悪影響)の防止を図る方針としている。

加えて、参考ではあるが、当該リレーを追設することで現実的にどの程度リスクがあるのかを推定するために、あえて当該リレーを遮断器の故障率に含めず保守的に加算したとしても、遮断器の故障率が $3.8 \times 10^{-8}/\text{hr} + 3.0 \times 10^{-9}/\text{hr} (=0.3 \times 10^{-8}/\text{hr}) = 4.1 \times 10^{-8}/\text{hr}$ と単純な加算となり、リレー誤動作の発生頻度($3.0 \times 10^{-9}/\text{hr}$)は一桁小さいものであり、非常用DGの機能に対し、信頼性の面では有意な影響を与えることはない設計となっている。

以上のとおり、今回追設する50保護リレーが非常用DGに悪影響を及ぼさないように設計上の考慮を行っている。

以上

非常用 DG 給電時の HEAF 火災対策の検討について

1. はじめに

非常用 DG からの給電時において HEAF が発生した場合の HEAF 火災対策案を比較検討する。

2. HEAF 発生条件

図1に非常用 DG から安全系母線に給電する場合の概略電源構成を示す。HEAF は、非常用 DG からの給電中における短絡事故に起因して発生するものとし、想定しうる事故点は図 1 に示す事故点 1, 2となる。

事故点1:補機フィーダ遮断器での短絡事故

事故点2:非常用 DG 受電遮断器での短絡事故

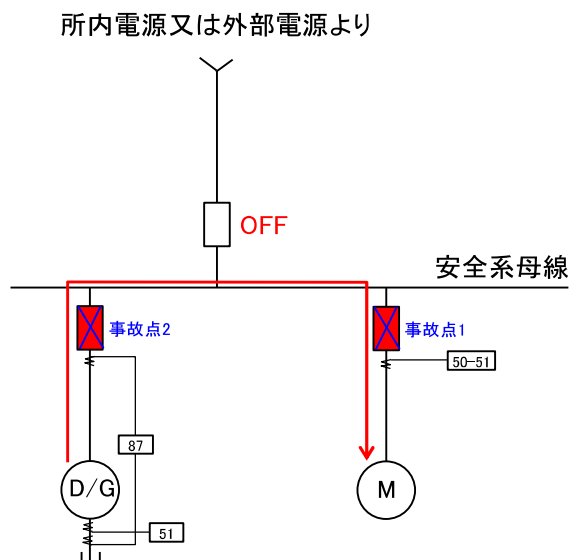


図 1 安全系母線への非常用 DG 給電時概略電源構成

3. 通常保護の考え方

図 1 に示す事故点 1, 2 にて HEAF が発生した場合に、非常用 DG 給電中における通常保護の考え方は以下の通りとする。

なお、非常用 DG 給電時には、SI 信号が同時に発信していることが考えられ、SI 信号発信時には保護のインターロックが異なるケースがあることから、SI 信号発信有無に分けて保護方法を検討する。

事故点1:

非常用 DG 給電時に補機フィーダ遮断器にて事故が発生した場合、フィーダ遮断器の開放による短絡電流の遮断は基本的に不可となる。従い、図2に示す通り非常用 DG 用の過電流保護 51 リレーにて短絡電流を検知し、非常用 DG 受電遮断器を開放し短絡電流を遮断することで、HEAF からの保護を行う。

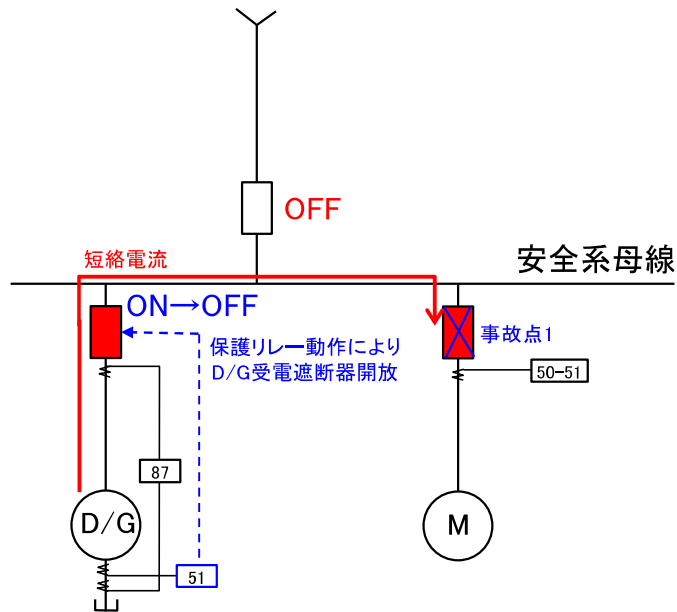


図 2 補機フィーダ遮断器での短絡時(事故点 1)における HEAF 保護

<SI 信号発信無し>

非常用 DG 用の過電流保護 51 リレーには 50(瞬時)要素がなく、短絡電流(HEAF)保護は 51 要素にて行う。プラント毎の整定値によるが現状の 51 要素の動作時間では HEAF 保護ができない可能性がある。

<SI 信号発信有り>

SI 信号発信時には非常用 DG 用の過電流保護 51 リレー動作による非常用 DG 受電遮断器開放はブロックされるため、SI 時には短絡電流は供給され続けることとなり、HEAF 保護は不可となる。

事故点2:

非常用 DG から給電中に非常用 DG 受電遮断器にて事故が発生した場合、図 3 に示す通り非常用 DG 用過電流保護 51 リレーにて短絡電流を検知することとなるが、非常用 DG 受電遮断器は故障していることを想定する。従い、本事故点での HEAF 発生時には短絡電流を遮断器開放により遮断することができないため、非常用 DG 機関の停止後の短絡電流減衰による HEAF 火災抑制に期待することとなる。

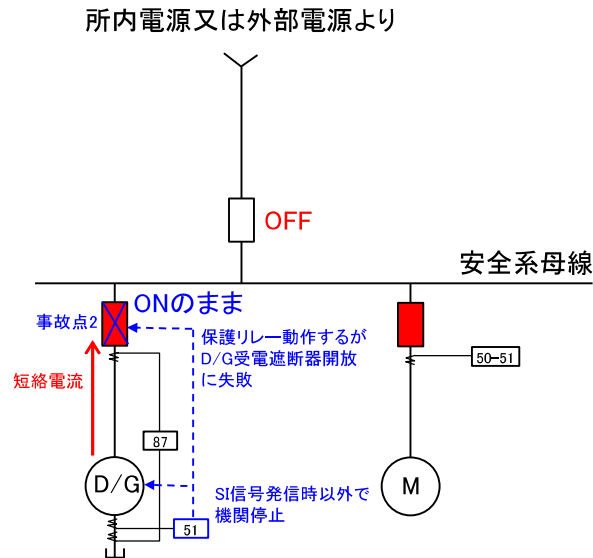


図 3 非常用 DG 受電遮断器での短絡時(事故点 2)における HEAF 保護

<SI 信号発信無し>

短絡電流は事故点に向かって供給され続けることになるが、非常用 DG 用過電流保護 51 リレー動作により、非常用 DG 機関の停止信号が発信されることにより、非常用 DG 機関の停止に伴い短絡電流の供給はなくなるが、短絡電流の減衰時間によっては HEAF の保護が出来ない可能性がある。

<SI 信号発信有り>

非常用 DG 用過電流保護 51 リレー動作による非常用 DG 機関の停止信号は、SI 信号発信時にはブロックされるため、SI 時には短絡電流は供給され続けることとなり、HEAF の保護は不可となる。

4. HEAF 対策の検討

3 項にて検討した通常の保護の考え方と現状での HEAF 保護可否を表1の通りまとめる。

表1 事故点毎における通常保護方法とHEAF保護可否

事故点	通常保護方法	HEAF 保護可否		課題
		SI無	SI有	
1	非常用D/G用過電流保護51リレーにて保護	△	×	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用DG用過電流保護51リレーの動作時間整定値によりアークエネルギーがHEAF火災発生閾値を超える場合は保護不可 ・SI信号発信時はDG受電遮断器開放とならないため保護不可
2	同上	△	×	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用DG機関停止信号発信後の短絡電流減衰挙動及びDG用過電流保護51リレーの動作時間整定値によりアークエネルギーがHEAF火災発生閾値を超える場合は保護不可 ・SI信号発信時はDG機関停止とならないため保護不可

△：構成上の保護は可能であるがアークエネルギーの評価が必要

×：現状の保護構成でHEAF保護不可

表1に示す通り、事故点1における HEAF 発生においては、各プラントでの非常用 DG 給電時の短絡電流値及び非常用 DG 用の過電流保護 51 リレーの動作時間を確認し、アークエネルギーを算出することで詳細に HEAF 保護可否を調査する必要があるが、SI 信号発信無しであれば必要に応じ動作時間を変更する等で HEAF 保護は可能である。一方で、SI 発信時には過電流保護 51 リレー動作による非常用 DG 受電遮断器開放はブロックされるため、HEAF 保護は不可となる。

事故点2における HEAF 発生においては、事故点への短絡電流の供給を停止することができないため、SI 信号発信無しの条件で非常用 DG 機関の停止がなされたとしても短絡電流の減衰時間を考慮すると HEAF 保護ができない可能性がある。更に、SI 信号発信時には非常用 DG 用の過電流保護 51 リレーが動作した場合でも非常用 DG 機関の停止がブロックされるため、HEAF 保護は不可となる。

以上の結果により、HEAF 保護が可能となる対策案を表2の通り検討した。各対策案の詳細は次の 5.1 項以降に記載する。なお、各対策案の評価については、規格基準の適合性及び改造物量も含めて考慮して総合的に行った。

表2 非常用D/G給電中におけるHEAF対策案概要

対策案		対策概要	備考
1	D/G50 要素追加	<ul style="list-style-type: none"> ・保護要素に50(瞬時)要素を追加し、短絡事故早期検知し、HEAF 火災を抑制 ・重故障扱いとし、50 動作で機関の停止、非常用 DG 受電遮断器開放、非常用 DG 消磁コンタクタ ON 	5.3.1項
2	D/G51 動作 時間短縮	<ul style="list-style-type: none"> ・51(限時)要素の動作時間を短縮し、短絡事故早期検知し、HEAF 火災を抑制 ・重故障扱いとし、51 動作で機関停止、受電遮断器開放、DG 消磁コンタクタ ON 	5.3.2項
3	D/G27 トリップ 回路追加	<ul style="list-style-type: none"> ・警報のみである D/G27(低電圧)を重故障扱いとし、27 動作で機関停止、受電遮断器開放、DG 消磁コンタクタ ON 	5.3.3項

5. HEAF 保護が可能となる対策案

5.1 対策案1: 非常用 DG50 保護リレーの追加

対策案1は、既存の 51 保護リレーに加えて HEAF 対策として、非常用 DG 用の過電流保護リレーに瞬時要素である 50 要素を追加するものである。

非常用 DG の短絡電流は、非常用 DG の内部リアクタンスが初期過渡リアクタンス→過渡リアクタンス→同期リアクタンスと移行していくことに伴い、時間とともに減衰していく。初期過渡及び過渡リアクタンスの段階では、短絡電流は大きく、51 保護リレーの動作時間が遅い場合には、アークエネルギーの火災発生閾値を考慮すると HEAF 火災に至り、保護できないこととなる。

そこで、安全系母線における HEAF 対策と同様に瞬時要素 50 保護リレーを追加することを検討する。動作時間については、下位リレーとなる補機用の 50 保護リレーの動作時間 40msec との保護協調を考慮し、0.3sec 以上で整定することとする。

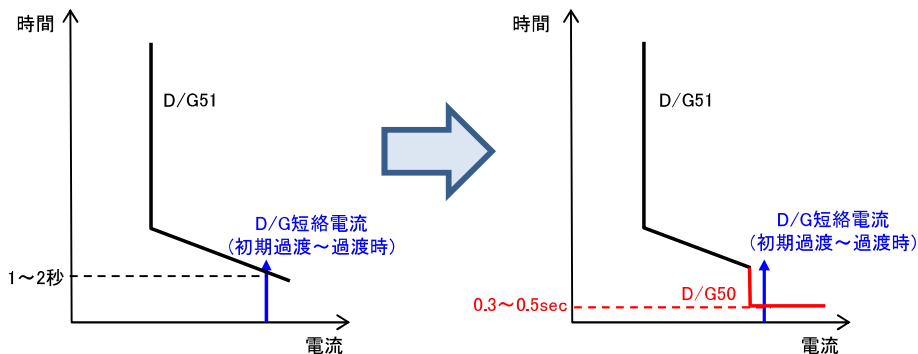


図4 非常用DG50要素追加時の保護リレー整定曲線イメージ

なお、過電流保護 51 リレー動作は非常用 DG 軽故障扱いであり、SI 信号発信時は非常用 DG 受電遮断器開放及び非常用 DG 機関の停止がブロックされるため、SI 時には非常用 DG 受電遮断器における HEAF 発生時の保護が不可であったが、50 保護リレーの動作は 87 保護リレー（非常用 DG の電氣的内部故障）と同様に重故障として扱うことにより、SI 信号発信時においても非常用 DG 機関の停止信号が発信されるため、非常用 DG 受電遮断器にて HEAF が発生した場合の保護も可能となる。

また、同時に非常用 DG の消磁コンタクトも投入されるインターロックとすることで、非常用 DG 受電遮断器の開放に失敗した場合に非常用 DG 機関の停止に併せて非常用 DG の励磁を断ち、より早期な短絡電流の減衰を図る。

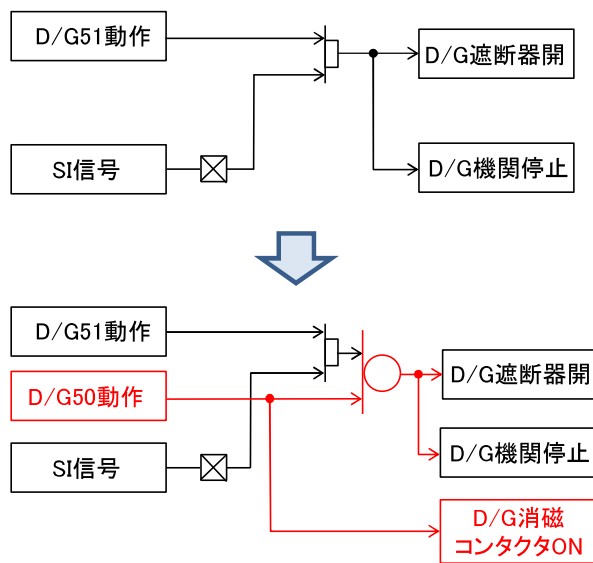


図5 非常用DG50要素追加した場合のD/G過電流保護インターロックイメージ

本対策案の特徴として、SI 信号発信時における 51 保護リレーブロックのインターロックは現状のままとしているため、SI 信号発信中の過負荷時(51 保護リレーでの保護)には非常用 DG からの給電を継続させるという設計思想は変更することなく対策できるものである。

5.2 対策案2: 非常用 DG51 動作時間の短縮

対策案2は、現状設置されている 51 保護リレーの動作時間整定値を短縮することで早期に短絡電流を検知し、HEAF 保護を行うものである。

対策案1と基本的な考え方は同様であり、初期過渡及び過渡リアクタンスとの段階の短絡電流値に対して、現状の動作時間を下位リレーとなる補機用の 50 保護リレー動作時間 40msec との時限協調を考慮して 0.3sec 以上で整定する。

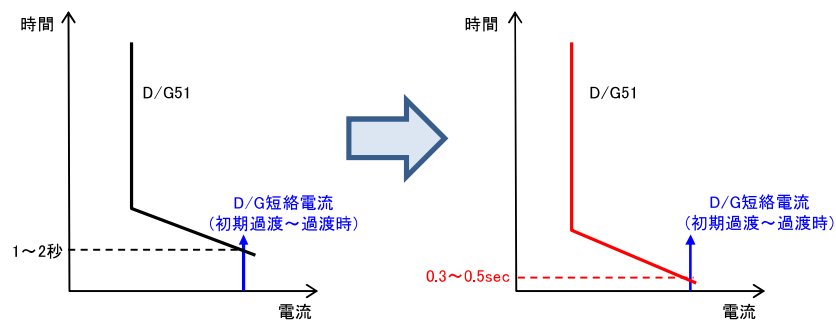


図6 非常用DG51動作時間短縮時の保護リレー整定曲線イメージ

SI 信号発信時には過電流保護 51 リレー動作がした場合でも非常用 DG 機関の停止ブロックとなることから、SI 信号発信時の機関の停止ブロックインターロックを削除する。(非常用 DG51 保護リレー動作を重故障として扱う。)

更に、非常用 DG51 保護リレー動作で非常用 DG 重故障扱いとすることから、非常用 DG の消磁コンタクタもこのとき投入することで非常用 DG 受電遮断器開放に失敗した場合に非常用 DG 機関の停止と併せて非常用 DG の励磁を断ち、より早期な短絡電流の減衰を図る。

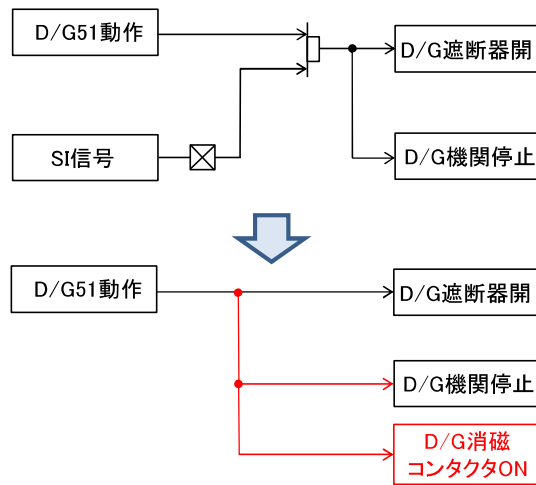


図7 非常用DG51を重故障としたD/G過電流保護インターロックイメージ

本対策案の特徴として、SI 信号発信時における 51 保護リレーブロックのインターロックは削除し、非常用 DG 内部故障と同様に過負荷 (51 保護リレー動作) を重故障とするインターロックの改造とすることにより、SI 信号発信中の過負荷時に非常用 DG からの給電を継続させる設計思想を変える対策となる。また、下位リレーとなる最大補機用の 50-51 保護リレーとの協調を考慮すると、51 保護リレー動作特性上、51 保護リレーのみでは HEAF 保護ができるだけの動作時間短縮が困難な可能性がある。

5.3 対策案3: 非常用 DG27トリップ回路の追加

対策案3は、現状設置されている 27 保護リレー(低電圧)要素に重故障回路を追加することで、短絡時の電圧低下を検出して非常用 DG 受電遮断器開放、非常用 DG 機関の停止及び非常用 DG 消磁コンタクト投入信号を発信し、短絡電流をより早急に減衰させ、HEAF 保護を行うものである。

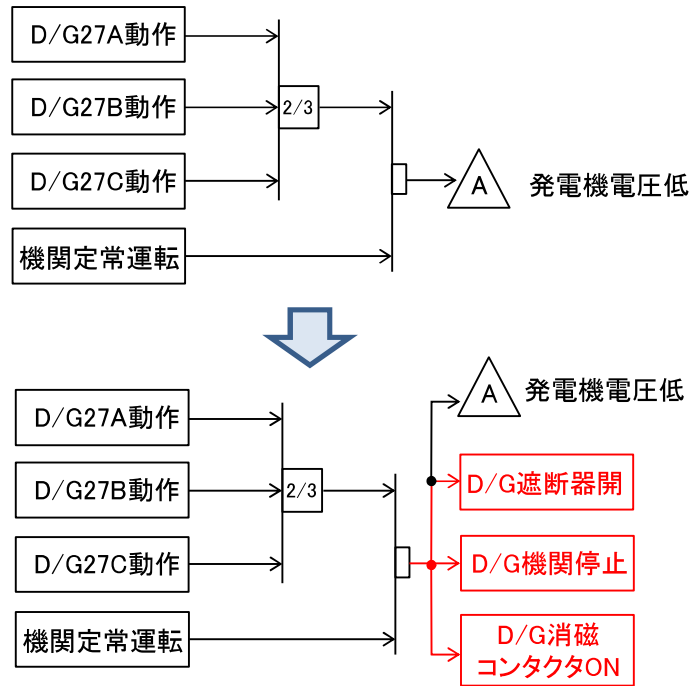


図8 非常用DG27にトリップ(重故障)回路としたD/Gインターロックイメージ

本対策案は、母線などの 27 保護リレーと使用用途が異なる点について留意する必要がある。例えば、非常用 DG 給電時に PC 母線で短絡事故が発生した場合、PC 母線の母線過電流リレーよりも先に非常用 DG27 保護リレーが短絡時の電圧低下を検出し、健全な MC 補機への給電までできなくなることが考えられる。母線 27 保護リレーでは通常考慮していない過電流保護リレーとの保護協調まで十分検討する必要があることを意味する。

また、非常用 DG 給電時での最大負荷投入時における瞬時電圧低下で動作しないよう、動作電圧値についても十分検討する必要がある。

6. HEAF 対策の検討結果

対策案1～3について、改造物量等を考慮した上での検討結果、各対策案における改造物量は、ハードの改造物量に差はないため、設計思想への干渉及び保護協調上の課題がない対策案1(50 保護リレーの追加)を採用する。

原子力情報センター

原子力発電所に関する確率論的安全評価用の
機器故障率の算出
(1982年度～1997年度 16カ年 49基データ 改訂版)

桐本順広^{*1} 松崎 章弘^{*1} 佐々木亨^{*2}

キーワード: 機器故障率
原子力発電所
確率論的安全評価
信頼性

Keywords: Component Failure Rate
Nuclear Power Plant
Probabilistic Safety Analysis (PSA)
Reliability

Estimation of Component Failure Rates for PSA on Nuclear Power Plants 1982 - 1997

by Y.Kirimoto , A.Matsuzaki and A.Sasaki

Abstract

Probabilistic safety assessment (PSA) on nuclear power plants has been studied for many years by the Japanese industry. The PSA methodology has been improved so that PSAs for all commercial LWRs were performed and used to examine for accident management. On the other hand, most data of component failure rates in these PSAs were acquired from U.S. databases. Nuclear Information Center (NIC) of Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI) serves utilities by providing safety-, and reliability-related information on operation and maintenance of the nuclear power plants, and by evaluating the plant performance and incident trends.

So, NIC started a research study on estimating the major component failure rates at the request of the utilities in 1988. As a result, we estimated the hourly-failure rates of 47 component types and the demand-failure rates of 15 component types. The set of domestic component reliability data from 1982 to 1991 for 34 LWRs has been evaluated by a group of PSA experts in Japan at the Nuclear Safety Research Association (NSRA) in 1995 and 1996, and the evaluation report was issued in March 1997.

This document describes the revised component failure rate calculated by our re-estimation on 49 Japanese LWRs from 1982 to 1997.

(Nuclear Information Center, Rep.No. P00001)

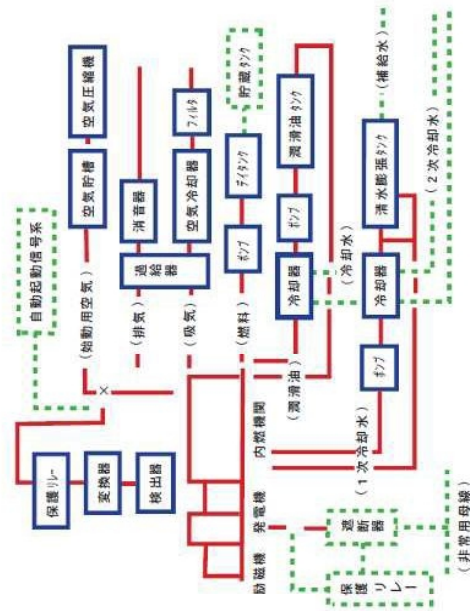
(平成 13 年 2 月 14 日承認)

*1 原子力情報センター 主任研究員

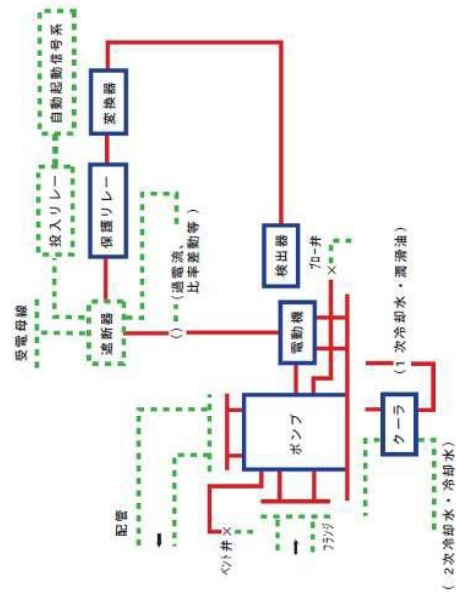
*2 原子力情報センター 研究員

項目	ハウンドタリ内	ハウンドタリ外
機器本体	ディーゼル機関、発電機、励磁機、その他	-
潤滑油系	潤滑油タンク、冷却器、ポンプ、その他 (機関待機時使用のヒーター、ポンプも含む)	-
燃料系	タンク、ポンプ、その他	貯蔵タンク
機器冷却水系	清水膨張タンク、冷却器、ポンプ (機関待機時使用のヒーター、ポンプも含む)	2次冷却水系、補給水系
給排気装置	フィルタ、過給器、消音器、空気冷却器、その他	-
始動用空気系	空気圧縮機、空気貯槽、電磁弁	-
計測制御装置	冷却水流速、潤滑油圧力、機関油温度等に係わる検出器・変圧器・保護リレー、その他	電流、電圧に係わる検出器・変換器・保護リレー、自動起動信号系
サポート類	支持脚、アンカー等	-
母線・ケーブルとの接続	ケーブル	母線、送電遮断器

項目	ハウンドタリ内	ハウンドタリ外
機器本体	ポンプ、電動機、カップリング、フランジ、ケーブル、その他	フィルタ、受電遮断器、受電母線
計測制御装置	冷却水流速、潤滑油圧力等に係わる検出器・変換器・保護リレー、その他	自動起動信号系、投入リレー、受電開流等に係わる検出器・保護リレー
機器冷却装置	1次冷却水系	2次冷却水系
潤滑油装置	潤滑油系	冷却水系
サポート類	支持脚、アンカー等	他給水系
配管・ダクトとの接続	機器側フランジ	配管側フランジ、ハッキン、ボルト、その他
接続	熱影響部(機器側)	溶接部及び熱影響部
付属品	機器本体に接続されたフロー弁、ベント弁等、及びそこまでの接続配管	-



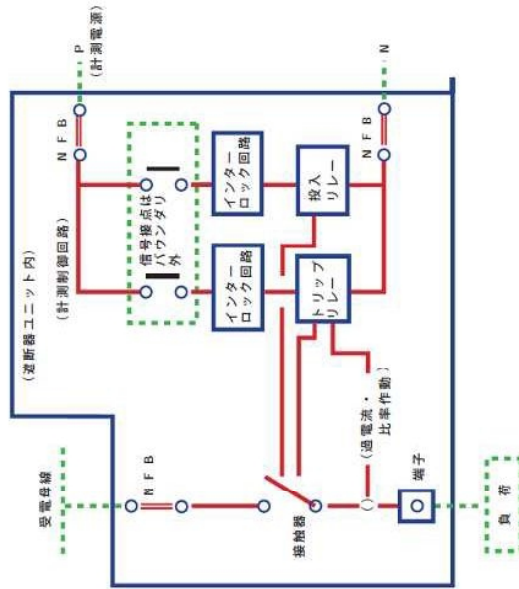
1. 非常用ディーゼル発電機



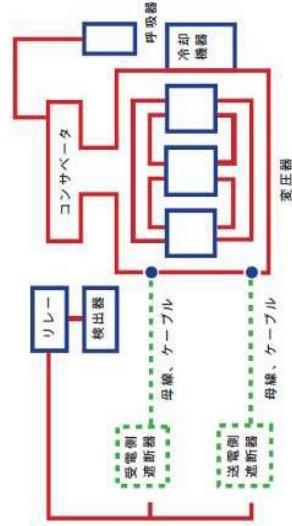
2. 電動ポンプ

項目	ハウンドタリ内	ハウンドタリ外
機器本体	遮断器機構部、接線器、投入及びトリップ回路のリレー、インターロック回路(信号接点を除く)	投入及びトリップ回路の信号接点
計測制御装置	負荷電流・電圧・位相に係わる検出器・変換器・保護リレー	警報、指示用検出器
サポート類	支持脚、アンカー等	-
母線・ケーブルとの接続	接続部	ケーブル、母線

項目	ハウンドタリ内	ハウンドタリ外
機器本体	タンク、巻線、タップリード線、負荷時タップ切替装置(タップ選択器、切替開閉器)、冷却機器、その他	-
計測制御装置	電流・電圧に係わる検出器・保護リレー、機械的溫度・圧力検出器・保護リレー	受電・送電開運計測制御電圧・電流等
サポート類	支持脚、アンカー等	-
母線・ケーブルとの接続	接続部	ケーブル、母線、遮断器



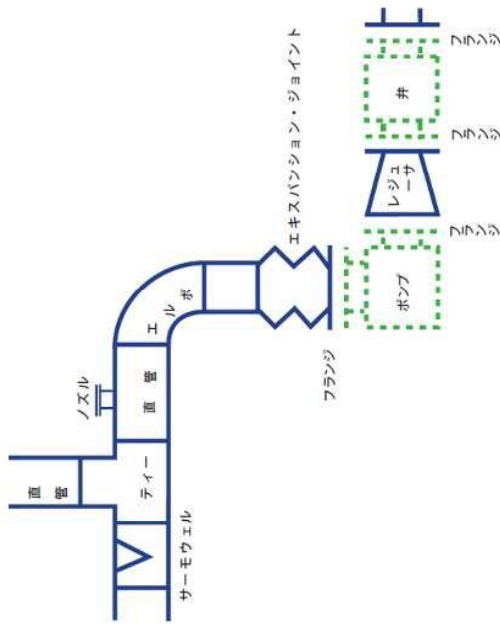
23. 遮断器



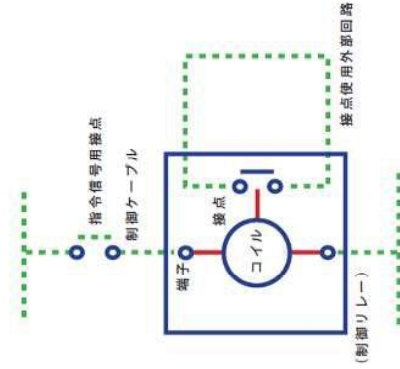
24. 変圧器

項目	ハウンドリ内	ハウンドリ外
機器本体	直管、エルボ、ティエ、レジューサ、サーモウェル、ノズル、エキスパンション・ジョイント、その他	オリフィス、ベネトレーション
サポート類	・	ハンガ、サポート、メカスナアンカー等
機器との接続	フランジ等 溶接部 溶接部及び熱影響部	機器側フランジ 熱影響部(機器側)

項目	ハウンドリ内	ハウンドリ外
機器本体	リレー本体 (コイル、接点、構造物)	制御電源、信号指令接点(スイッチ接点等)、外部回路
制御ケーブルとの接続	制御ケーブル	制御ケーブル



29. 配管



30. リレー

故障件数の不確実さを考慮した 国内一般機器故障率の推定

(1982年度～2010年度 29カ年 56基データ)

2016年6月

一般社団法人 原子力安全推進協会

表 A-1 (1/3) 国内一般時間故障率比較表

機種	故障モード	29年データ (本報告書指定結果)			平均値比		EF比		21年データ-外観検査			26年データ-夕帳検査			
		観測された故障件数 [件]	平均値 ² [1/h]	平均値 ³ [1/h]	29年 / 21年	29年 / 21年	観測された故障件数 [件]	延べ運転時間 [h]	平均値 [1/h]	EF ⁴ (近似)	観測された故障件数 [件]	延べ運転時間 [h]	平均値 [1/h]	EF ⁴ (近似)	
非常用ディーゼル発電機	起動失敗	55	4.3E-07	7.6E-06	2.0	1.76%	103%	31%	78%	46	1.8E+07	7.3E-06	2.5	2.3E-04	
	継続運転失敗 (24時間平均) ⁴	-	-	3.3E-04	1.7	350%	143%	77%	98%	-	-	-	-	1.9E-04	
	継続運転失敗 (36時間平均) ⁴	-	-	2.9E-04	1.8	-	147%	-	88%	-	-	-	-	1.9E-04	
	継続運転失敗 (72時間平均) ⁴	-	-	2.2E-04	2.0	-	166%	-	99%	-	-	-	-	1.4E-04	
	起動失敗	5	9.9E-07	1.3E-06	2.2	1.46%	89%	13%	22%	4	8.0E+07	2.7E-07	10.2	2.7E-07	
	継続運転失敗	33	1.1E+08	3.5E-06	8.1E-07	2.5	76%	97%	21%	38%	24	7.7E+07	1.1E-06	11.8	29.9E+07
	電動ポンプ(非常用)運転、海水	3	5.3E-07	1.9E-06	2.4E-07	2.3	95%	127%	12%	22%	2	3.7E+07	2.6E-07	19.2	4.7E+07
	電動ポンプ(非常用)待機、海水	2	2.6E-07	1.9E-06	3.7E-07	2.6	130%	105%	16%	32%	1	1.9E+07	2.9E-07	16.4	1.2E+07
	電動ポンプ(非常用)運転、海水	2	1.6E-07	3.5E-06	6.0E-07	2.5	78%	92%	9%	21%	2	9.7E+06	7.7E-07	27.3	2.1E+07
	電動ポンプ(非常用)待機、海水	1	3.9E-06	1.9E-06	1.1E-06	3.4	72%	14%	13%	7%	1	3.1E+06	1.0E-06	27.4	1.3E+06
ディーゼル電動ポンプ	起動失敗	29	9.7E+06	9.9E-06	7.9E-06	2.3	195%	83%	5%	27%	6	6.8E+06	4.1E-06	4.3	10.1E+07
	継続運転失敗	12	1.2E+07	1.9E-03	4.0E-06	1.9	136%	138%	43%	42%	8	7.5E+06	2.9E-06	4.3	10.1E+07
	起動失敗 ⁶	4	1.8E+05	7.1E-06	4.2E-05	2.8	92%	77%	64%	81%	2	1.3E+05	4.5E-05	3.4	1.7E+05
	継続運転失敗 ⁷	-	-	1.2E-03	30.0	45%	56%	100%	100%	-	-	-	-	2.1E-03	
	作動失敗	31	1.3E+09	1.3E-06	6.6E-08	5.9	137%	57%	10%	21%	9	9.1E+08	4.9E-08	60.0	1.2E+09
	外部又は内部	0	1.3E+09	3.4E-08	4.2E-09	2.9	166%	130%	31%	51%	0	9.1E+08	2.5E-09	9.4	0.12E+09
	閉塞	2	1.2E+09	1.9E-06	1.5E-08	2.1	138%	162%	13%	23%	2	9.1E+08	9.7E-09	15.8	2.1E+09
	外部リーク	1	1.3E+09	3.3E-08	5.9E-09	2.7	216%	74%	29%	37%	0	9.1E+08	2.9E-09	9.4	1.1E+09
	内部リーク	2	1.3E+09	1.0E-07	8.7E-09	2.4	209%	112%	18%	26%	1	9.1E+08	4.1E-09	13.3	2.1E+09
	作動失敗	3	4.9E+07	1.3E-06	2.5E-07	2.4	306%	25%	32%	11%	0	3.4E+07	8.0E-09	7.6	2.4E+07
電動ポンプ(海水)	外部リーク	0	4.9E+07	3.4E-08	2.8E-08	4.6	34%	43%	61%	46%	0	3.4E+07	8.0E-08	7.6	0.4E+07
	閉塞	0	4.9E+07	1.9E-06	1.4E-07	2.7	173%	215%	36%	27%	0	3.4E+07	8.0E-08	7.6	0.4E+07
	外部リーク	0	4.9E+07	3.3E-08	2.7E-08	4.7	34%	42%	62%	46%	0	3.4E+07	8.0E-08	7.6	0.4E+07
	内部リーク	0	4.9E+07	1.9E-07	4.9E-08	3.8	61%	76%	51%	38%	0	3.4E+07	8.0E-08	7.6	0.4E+07
	作動失敗	21	7.2E+08	1.2E-06	8.6E-08	1.9	79%	94%	30%	47%	18	4.9E+08	1.1E-07	6.3	2.1E+08
	外部又は内部	3	7.2E+08	1.3E-07	1.8E-08	2.6	67%	59%	7%	17%	3	4.9E+08	2.7E-08	37.1	3.6E+08
	閉塞	1	7.2E+08	1.9E-06	2.0E-08	2.2	191%	192%	10%	35%	1	4.9E+08	1.0E-08	21.8	1.6E+08
	外部リーク	3	7.2E+08	5.5E-08	1.0E-08	2.8	95%	96%	13%	43%	1	4.9E+08	1.0E-08	21.8	1.6E+08
	内部リーク	3	7.2E+08	9.7E-08	1.7E-08	2.9	96%	43%	7%	13%	2	4.9E+08	2.0E-08	39.1	3.6E+08
	作動失敗	16	1.4E+08	1.7E-06	3.2E-07	2.8	71%	68%	16%	21%	12	1.0E+08	4.5E-07	17.3	1.5E+08
揚圧作動弁	外部リーク	4	1.4E+08	2.0E-07	8.6E-08	2.5	78%	74%	14%	19%	3	1.0E+08	1.1E-07	17.6	3.1E+08
	閉塞	0	1.4E+08	1.9E-06	6.2E-08	2.5	295%	215%	25%	40%	0	1.0E+08	2.2E-08	10.1	0.13E+08
	外部リーク	1	1.4E+08	2.9E-07	4.7E-08	2.8	217%	164%	28%	45%	0	1.0E+08	2.9E-08	10.1	0.13E+08
	内部リーク	0	1.4E+08	2.9E-07	4.7E-08	2.8	217%	164%	28%	45%	0	1.0E+08	2.9E-08	10.1	0.13E+08
	閉塞	3	9.5E+08	1.9E-08	9.4E-09	2.7	132%	45%	16%	23%	0	1.0E+08	2.2E-08	10.1	0.13E+08
	外部リーク	17	9.5E+08	3.3E-07	6.7E-08	14.5	196%	29%	42%	16%	4	6.5E+08	3.4E-09	34.4	3.8E+08
	内部リーク	0	9.5E+08	1.1E-08	3.4E-09	3.5	123%	69%	32%	52%	0	6.5E+08	2.8E-09	10.7	0.8E+08
	作動失敗	5	9.9E+08	3.1E-07	2.1E-08	2.3	293%	23%	14%	6%	1	6.5E+08	7.1E-09	16.8	4.8E+08
	閉塞	6	2.1E+09	2.7E-07	1.1E-08	2.0	132%	146%	12%	25%	3	1.5E+09	8.3E-09	16.4	4.9E+09
	外部リーク	4	2.1E+09	1.9E-06	1.1E-08	2.0	127%	136%	7%	16%	4	1.9E+09	1.1E-07	27.0	4.1E+09
安全弁	内部リーク	0	2.1E+09	2.9E-07	4.9E-09	2.4	279%	206%	20%	50%	0	1.5E+09	8.7E-09	12.2	0.19E+09
	閉塞	1	2.1E+09	1.3E-07	5.1E-09	2.4	138%	162%	14%	41%	1	1.5E+09	3.7E-09	17.3	1.9E+09
	外部リーク	1	2.5E+08	5.9E-07	3.1E-08	2.6	219%	163%	32%	51%	0	1.7E+08	1.4E-09	8.3	0.22E+08
	閉塞	0	2.5E+08	2.9E-07	3.3E-08	2.6	232%	113%	32%	42%	0	1.7E+08	1.4E-09	8.3	0.22E+08
	外部リーク	0	2.5E+08	7.0E-08	1.6E-08	3.2	116%	86%	39%	63%	0	1.7E+08	1.4E-09	8.3	0.22E+08
	閉塞	0	2.5E+08	2.9E-08	1.1E-08	3.7	80%	60%	44%	72%	0	1.7E+08	1.4E-09	8.3	0.22E+08
	外部リーク	5	2.5E+08	9.0E-08	5.7E-08	2.6	264%	46%	13%	16%	1	1.7E+08	2.2E-08	20.8	4.2E+08

表 A-1 (2/3) 国内一般時間故障率比較表

機種	故障モード	29年データ (本報告書推定結果)			平均値比		EF比		21年データ報告書				26年データ報告書					
		観測された故障件数(件)	延べ運転時間[h]	平均値 ² [1/h]	29年/21年	29年/26年	29年/26年	29年/26年	観測された故障件数(件)	延べ運転時間[h]	平均値 ² [1/h]	EF ⁴ (近似)	観測された故障件数(件)	延べ運転時間[h]	平均値 ² [1/h]	EF ⁴ (近似)		
送ガス金井 (SR)	閉失敗	0	5.4E+07	3.9E+06	1.9E-07	2.6	2.79%	15.3%	16%	24%	0	4.8E+07	5.8E+08	15.8	0	4.8E+07	1.0E-07	10.7
	閉失敗	0	5.4E+07	1.2E+07	1.2E-07	2.8	206%	11.3%	18%	26%	0	3.8E+07	3.6E+08	15.8	0	3.8E+07	1.0E-07	10.7
	閉閉	0	5.4E+07	2.4E+07	6.0E-08	3.4	12.2%	6.7%	21%	31%	0	3.8E+07	5.6E+08	15.8	0	4.8E+07	1.0E-07	10.7
	外部リーク	0	5.4E+07	2.4E+08	2.5E-08	4.9	39%	21%	31%	46%	0	4.8E+07	1.0E+09	15.8	0	4.8E+07	1.0E-07	10.7
	内部リーク	0	5.4E+07	4.2E+07	8.5E-08	2.1	14.8%	8.1%	26%	29%	0	4.8E+07	5.6E+08	15.8	0	4.8E+07	1.0E-07	10.7
	作動失敗	0	3.1E+07	7.7E+06	2.5E-07	2.7	33.3%	3.6%	18%	16%	0	2.2E+07	3.6E+08	14.8	0	2.2E+07	3.1E-07	16.7
	作動失敗	7	1.8E+09	1.7E+08	1.9E-08	2.0	10.2%	10.1%	12%	15%	6	1.3E+09	1.8E+08	16.1	6	1.8E+09	1.8E-08	13.1
	制御又は監視閉	1	1.8E+09	3.4E+08	4.4E-09	2.7	12.3%	10.7%	12%	39%	1	1.6E+09	4.1E+09	21.4	1	1.6E+09	4.1E+09	6.9
	閉塞	0	1.8E+09	1.9E+07	5.1E-09	2.5	24.8%	19.2%	29%	49%	0	1.3E+09	2.1E+09	8.6	0	1.6E+09	2.7E+09	5.0
	外部リーク	1	1.8E+09	3.4E+08	4.4E-09	2.6	10.9%	12.3%	22%	43%	1	1.3E+09	4.0E+09	12.0	1	1.6E+09	3.6E+09	6.1
ファン/ブロー	内部リーク	1	1.8E+09	1.9E+07	6.2E-09	2.3	15.4%	17.3%	19%	38%	1	1.3E+09	4.0E+09	12.0	1	1.6E+09	3.6E+09	6.1
	起動失敗	1	5.1E+07	9.9E+07	1.9E-07	2.7	11.6%	11.0%	16%	31%	1	3.4E+07	1.9E+07	16.5	1	4.5E+07	1.9E+07	8.7
	駆動運転失敗*	3	8.8E+07	5.9E+06	3.2E-07	2.2	5.3%	3.7%	7%	7%	7	6.0E+07	6.0E+07	31.2	8	1.3E+08	8.7E+07	30.2
	駆動運転失敗*	1	8.8E+07	2.9E+06	3.0E-08	2.0	29.4%	4.6%	96%	99%	1	8.9E+06	8.9E+06	31.2	1	8.9E+06	8.9E+06	30.2
	作動失敗	7	5.7E+08	8.1E+07	4.1E-08	2.3	42.3%	2.7%	17%	10%	1	3.9E+08	1.1E+08	13.3	6	5.0E+08	1.7E+07	23.6
	制御又は監視閉	0	5.7E+08	6.1E+07	1.7E-09	2.5	29.9%	21.0%	23%	45%	0	3.9E+08	5.6E+09	8.7	0	5.0E+08	7.9E+09	5.4
	閉塞	1	5.7E+08	1.9E+06	2.4E-08	2.2	43.9%	14.4%	26%	26%	0	3.9E+08	5.6E+09	8.7	1	5.0E+08	1.7E+08	7.6
	外部リーク	0	5.7E+08	2.9E+07	1.4E-08	2.6	25.3%	17.7%	30%	48%	0	3.9E+08	5.6E+09	8.7	0	5.0E+08	7.9E+09	5.4
	内部リーク	0	5.7E+08	1.4E+07	1.2E-08	2.8	20.9%	14.7%	32%	51%	0	3.9E+08	5.6E+09	8.7	0	5.0E+08	7.9E+09	5.4
	伝熱管破損	3	3.9E+08	3.9E+07	3.2E-08	2.6	14.6%	13.4%	21%	39%	1	1.6E+08	2.6E+08	12.3	1	2.1E+08	2.8E+08	6.5
タンク	外部リーク	0	2.3E+08	3.3E+07	2.9E-08	2.7	31.6%	11.5%	15%	53%	0	1.6E+08	9.8E+09	18.6	0	2.1E+08	2.4E+08	5.2
	伝熱管閉塞	3	2.3E+08	1.9E+08	6.3E-08	2.3	9.7%	10.7%	8%	15%	2	1.6E+08	7.1E+08	29.3	2	2.1E+08	6.5E+08	15.1
	閉塞	0	9.6E+07	3.3E+07	5.2E-08	3.0	16.5%	10.2%	24%	61%	0	6.9E+07	3.2E+08	12.5	0	8.8E+07	5.1E+08	4.9
	閉塞	0	9.6E+07	1.9E+06	8.4E-08	2.6	26.3%	16.5%	21%	53%	0	6.9E+07	3.2E+08	12.5	0	8.8E+07	5.1E+08	4.9
	外部リーク	1	8.0E+08	2.9E+07	1.3E-08	2.4	41.7%	15.1%	20%	40%	0	5.4E+08	3.2E+09	12.2	1	7.0E+08	8.8E+09	6.0
	内部破損	2	8.0E+08	1.0E+06	2.9E-08	2.5	41.3%	20.7%	20%	52%	0	5.4E+08	3.2E+09	12.2	0	7.0E+08	6.4E+09	4.7
	閉塞	2	8.0E+08	9.8E+07	3.9E-08	2.4	39.8%	15.1%	20%	40%	0	1.9E+08	9.9E+09	12.0	1	2.5E+08	2.5E+08	6.0
	内部破損	0	2.8E+08	2.8E+07	2.4E-08	2.7	23.6%	13.3%	23%	57%	0	1.9E+08	9.9E+09	12.0	0	2.5E+08	1.8E+08	4.8
	外部リーク	1	3.6E+07	8.6E+07	1.9E-07	2.8	19.5%	15.2%	22%	38%	0	2.4E+07	9.5E+08	13.1	0	3.2E+07	1.2E+07	7.5
	内部破損	2	3.6E+07	2.3E+06	2.9E-07	3.2	13.8%	7.9%	24%	31%	0	2.4E+07	9.5E+08	13.1	1	3.2E+07	1.2E+07	10.2
制御機駆動装置*(DR)	閉塞	6	6.5E+08	9.9E+08	3.2E-08	4.8	45.5%	1.7%	35%	7%	0	4.4E+08	6.5E+09	13.9	6	5.8E+08	1.7E+07	69.3
	閉塞	1	1.7E+08	9.9E+08	3.2E-08	3.1	20.4%	1.8%	19%	9%	0	1.2E+08	1.6E+08	16.3	1	1.5E+08	1.9E+07	32.5
	閉塞	15	6.6E+06	2.1E+06	5.2E-06	2.0	6.2%	6.8%	33%	44%	13	5.1E+06	8.4E+06	6.2	14	6.0E+06	2.7E+06	4.8
	閉塞	0	1.9E+07	2.1E+06	2.9E-07	2.9	11.6%	12.8%	28%	29%	0	1.3E+07	1.6E+07	10.5	0	1.7E+07	2.2E+07	10.0
	閉塞	5	3.3E+06	5.8E+06	4.3E-06	2.8	1.3%	1.5%	12%	12%	2	6.7E+05	3.4E+05	23.6	3	2.6E+06	3.1E+05	23.6
	閉塞	1	3.0E+07	5.8E+06	3.2E-07	2.5	8.7%	10.4%	16%	18%	1	1.9E+07	3.8E+07	15.6	1	2.6E+07	3.2E+07	14.2
	閉塞	13	1.0E+09	3.3E+06	4.3E-08	2.1	8.9%	4.9%	8%	10%	9	7.1E+08	4.8E+08	25.2	13	9.2E+08	8.6E+08	20.3
	閉塞	14	1.0E+09	2.1E+07	3.3E-08	2.0	8.2%	8.5%	37%	33%	12	7.1E+08	4.7E+08	25.2	14	9.2E+08	4.5E+08	6.1
	閉塞	2	1.0E+09	2.1E+07	2.1E-07	2.3	13.7%	11.9%	13%	20%	1	7.1E+08	7.7E+09	17.9	2	9.2E+08	1.0E+08	11.4
	閉塞	6	9.2E+07	9.4E+07	2.1E-07	2.2	8.1%	6.8%	18%	21%	5	6.2E+07	2.6E+07	11.9	6	8.2E+07	3.0E+07	10.7
制御機	閉塞	0	5.2E+07	5.9E+07	9.9E-08	3.0	16.6%	14.8%	30%	30%	0	3.4E+07	5.7E+08	10.1	0	4.6E+07	6.4E+08	10.0
	閉塞	3	5.2E+07	2.7E+06	2.0E-07	2.3	20.6%	7.9%	14%	10%	1	3.4E+07	1.3E+07	16.0	2	4.6E+07	3.3E+07	23.2
	閉塞	5	5.3E+08	1.4E+06	4.1E-08	2.0	13.1%	10.9%	11%	19%	3	3.6E+08	3.7E+08	17.9	4	4.7E+08	3.8E+08	11.1
	閉塞	0	2.2E+10	2.1E+07	9.4E-10	2.4	33.4%	2.8%	24%	40%	0	2.0E+10	1.9E+10	10.2	0	2.0E+10	1.9E+10	6.1
	異常	3	2.2E+10	2.1E+07	9.4E-10	2.0	35.4%	13.9%	12%	17%	1	1.5E+10	2.7E+10	16.2	3	2.0E+10	6.9E+10	11.7
	異常	3	2.2E+10	2.1E+07	9.4E-10	2.0	12.6%	12.0%	12%	17%	3	1.5E+10	7.6E+10	16.0	3	2.0E+10	7.3E+10	11.5

表 A-1 (3/3) 国内一般時間故障率比較表

機種	故障モード	29か月データ (本報発表確定結果)			平均値比			21か月データ報告書			26か月データ報告書					
		観測され た故障件 数[件]	延べ運転 時間[h]	平均故障率 ²⁾ [1/h]	29か月 /26か月	29か月 /21か月	29か月 /26か月	観測され た故障件 数[件]	延べ運転 時間[h]	平均値 [1/h]	EF ⁴⁾ (近似)	観測され た故障件 数[件]	延べ運転 時間[h]	平均値 [1/h]	EF ⁴⁾ (近似)	
配管 3インチ未満 ¹⁾	リーク	0	5.4E+09	3.9E-10	4.0	59%	44%	0	3.7E+09	6.6E-10	11.7	0	4.7E+09	8.9E-10	4.4	
	閉塞	1	1.9E+09	5.3E-10	2.2	38%	16%	1	3.7E+09	6.6E-10	11.7	1	4.7E+09	1.0E-09	6.8	
配管 3インチ以上 ¹⁾	リーク	4	1.2E+10	3.3E-10	2.8	80%	52%	2	8.3E+09	1.0E-09	18.5	4	1.1E+10	1.0E-09	10.3	
	閉塞	1	2.2E+09	4.5E-10	2.5	22%	18%	0	8.3E+09	1.0E-09	18.5	0	1.1E+10	3.7E-10	5.1	
リレー	不動作	8	1.3E+10	6.2E-10	3.1	14%	31%	3	8.1E+09	1.5E-09	45.4	8	1.1E+10	7.9E-09	59.8	
	誤動作	9	1.9E+10	4.8E-10	3.1	10%	52%	7	4.1E+09	3.0E-09	34.4	6	1.1E+10	5.9E-09	20.9	
運転リレー	不動作	0	9.9E+08	8.4E-08	2.8	14%	14%	0	6.9E+08	4.7E-09	7.8	0	8.8E+08	4.7E-09	6.8	
	誤動作	0	9.9E+08	8.4E-08	2.8	14%	14%	0	6.9E+08	4.7E-09	7.8	0	8.8E+08	4.7E-09	6.8	
演算器	不動作	0	6.3E+08	8.4E-07	2.4	20%	20%	0	4.4E+08	5.0E-09	8.7	0	5.6E+08	7.9E-09	5.2	
	誤動作	3	3.6E+08	4.9E-08	2.6	13%	13%	3	4.4E+08	2.1E-08	14.5	5	5.6E+08	3.9E-08	8.6	
カード (半導体ロジック回路)	不動作	0	3.6E+08	8.4E-07	2.4	38%	84%	0	2.4E+08	6.6E-09	25.7	0	3.2E+08	3.9E-08	21.5	
	誤動作	6	3.6E+08	5.0E-09	2.4	54%	9%	4	2.4E+08	9.2E-09	25.4	4	3.2E+08	5.4E-07	50.7	
警報設定器	不動作	0	1.9E+09	8.4E-08	2.6	18%	20%	0	1.3E+09	2.3E-09	12.7	0	1.7E+09	1.0E-09	7.8	
	誤動作	3	1.9E+09	1.0E-08	2.1	10%	66%	3	1.3E+09	9.5E-09	19.6	3	1.7E+09	1.5E-08	21.8	
ヒューズ	誤動作	3	3.5E+09	2.1E-06	6.5E-09	2.0	11%	11%	3	2.4E+09	5.5E-09	18.2	3	3.1E+09	4.0E-09	11.8
	不動作	7	8.7E+08	1.2E-06	3.1E-08	2.2	41%	51%	1	5.9E+08	7.6E-09	16.8	7	7.7E+08	6.1E-08	33.0
流量トランスミッタ	不動作	21	8.7E+08	8.4E-07	7.9E-08	5.5	35%	33%	4	9.9E+08	2.0E-08	12.2	19	7.7E+08	2.9E-07	42.4
	誤動作	1	1.1E+09	9.9E-07	1.9E-09	2.2	43%	84%	0	7.5E+08	2.9E-09	10.9	1	9.6E+08	1.5E-08	10.4
圧力トランスミッタ	不動作	15	1.1E+09	8.4E-07	4.2E-08	1.9	11%	38%	8	7.5E+08	3.5E-08	8.5	15	9.6E+08	4.0E-08	6.3
	誤動作	1	4.9E+08	1.2E-06	2.7E-08	2.3	20%	29%	0	3.0E+08	1.4E-08	9.9	0	4.0E+08	9.4E-09	5.9
水位トランスミッタ	不動作	2	4.9E+08	8.4E-07	3.0E-08	2.2	13%	14%	2	3.0E+08	2.2E-08	16.7	2	4.0E+08	2.7E-08	9.4
	誤動作	1	2.9E+09	1.4E-07	4.1E-09	2.3	38%	29%	5	2.0E+09	1.1E-09	10.6	0	2.6E+09	1.4E-09	6.1
温度検出器	不動作	5	2.9E+09	8.4E-07	8.5E-09	2.0	68%	73%	9	1.0E+09	1.3E-08	23.7	5	2.6E+09	1.2E-08	20.2
	誤動作	0	8.3E+07	8.4E-07	7.6E-08	2.8	22%	137%	23%	5.6E+07	3.4E-08	12.2	0	7.3E+07	5.6E-08	5.2
燃料線検出器	不動作	4	8.3E+07	1.7E-07	2.6	23%	78%	12%	3.0E+07	7.1E-09	21.8	2	7.3E+07	2.2E-07	8.7	
	誤動作	0	5.3E+08	8.7E-07	1.9E-08	2.4	26%	20%	0	3.6E+08	7.1E-09	9.5	0	4.7E+08	9.1E-09	5.6
流量スイッチ	不動作	2	5.3E+08	8.4E-07	2.7E-08	2.3	37%	18%	2	3.6E+08	7.1E-09	9.5	1	4.7E+08	1.4E-08	7.9
	誤動作	1	1.4E+09	2.2E-07	7.9E-09	2.4	15%	16%	1	9.9E+08	5.0E-09	13.9	1	1.3E+09	4.8E-09	7.2
圧力スイッチ	不動作	7	1.4E+09	8.4E-07	1.9E-08	2.5	93%	61%	6	9.9E+08	2.0E-08	42.0	7	1.3E+09	3.1E-08	29.7
	誤動作	2	1.0E+09	8.4E-07	2.7E-08	2.5	33%	58%	1	7.1E+08	3.2E-09	14.8	6	9.0E+08	5.0E-08	43.0
温度スイッチ	不動作	2	1.0E+09	8.4E-07	1.9E-08	2.5	16%	92%	2	7.1E+08	9.0E-09	44.9	2	9.0E+08	1.7E-08	17.1
	誤動作	4	9.9E+08	7.0E-07	1.9E-08	2.5	16%	141%	2	3.4E+08	1.1E-08	9.9	0	4.4E+08	1.4E-08	5.9
リミットスイッチ	不動作	2	4.9E+08	8.4E-07	2.8E-08	2.4	11%	11%	2	3.4E+08	2.5E-09	37.9	2	4.4E+08	2.5E-08	13.4
	誤動作	7	3.2E+09	8.4E-07	9.2E-09	2.0	16%	84%	17%	2.0E+09	5.5E-09	16.3	6	2.8E+09	1.1E-08	9.9
手動スイッチ	不動作	2	3.2E+09	8.4E-07	9.2E-09	2.0	18%	25%	3	2.2E+09	3.1E-09	15.1	2	2.8E+09	2.2E-09	8.1
	誤動作	2	5.1E+09	1.8E-07	3.1E-09	2.2	16%	162%	16%	3.5E+09	1.9E-09	13.5	2	4.5E+09	1.0E-09	7.3
コントローラ	不動作	1	5.1E+09	8.4E-08	2.4E-09	2.4	22%	227%	27%	4.0E+09	1.1E-09	8.8	0	4.5E+09	1.3E-09	5.3
	誤動作	4	6.2E+08	8.4E-07	3.1E-08	2.3	21%	96%	13%	2.8E+08	1.4E-08	20.1	2	5.5E+08	3.9E-08	17.2
配線/電線	短絡 ^{*)}	-	-	-	3.0E-09	30	104%	51%	51%	100%	100%	-	-	-	6.3E-10	30.0
	断線 ^{*)}	-	-	-	7.4E-09	30.0	124%	40%	40%	100%	100%	-	-	-	1.0E-09	30.0
ヒューズ	断線 ^{*)}	-	-	-	7.4E-09	30.0	346%	40%	40%	100%	100%	-	-	-	1.0E-09	30.0
	断線異常 ^{*)}	-	-	-	5.0E-08	30.0	383%	424%	100%	100%	100%	-	-	-	1.3E-08	30.0
アナウンサー	機能喪失 ^{*)}	-	-	-	3.0E-08	30.0	958%	562%	100%	100%	-	-	-	3.1E-09	30.0	

注釈*1. ハイパー事前分布のパラメータの中央値の算出に利用した。
*2. 事後分布を対数正規分布にフィッティングして求めた。
*3. *2で求めた故障率分布の95%ile値、中央値を用いて評価した (EF=95%ile値/中央値)。
*4. 事後分布の95%ile値、5%ile値を用いて評価した (EF=(95%ile値)/(5%ile値))。
*5. 特異な故障率としてメイズ手法によるワイブル評価を実施した。
*6. 簡易手法で評価した。
*7. 特異な故障率として工学的判断により算出した。
*8. 機器1台当たりの故障率。
*9. ABBの改良型制御機器設置を含む。
*10. ABBを除いた従来の機器。
*11. 機器間の1セクション (3相) 当たりの故障率。
*12. 機器間を1個巻として算出した故障率。
*13. 機器、材質変更箇所や分類によって区分される1セクション間当たりの故障率。

HEAF 対策として追加設置する 50 保護リレーの試験・検査方法について

1. はじめに

本資料は、今回 HEAF 対策として追加設置する 50 保護リレーの試験・検査方法について補足説明するものである。

2. 追加設置する 50 保護リレーの試験・検査方法について

HEAF 対策による健全性及び能力の確認は、保護リレー動作～遮断器解放までの時間計測についても範囲に含まれることから、それらの試験及び検査の方法について以下に記載する。

メタクラ母線フィーダー遮断器で HEAF 発生を想定した場合（メタクラ受電遮断器を開放）の試験・検査イメージを図 1 にメタクラ受電遮断器で HEAF 発生を想定した場合（非常用 DG を停止）の試験・検査イメージを図 2 に示す。また、これらの試験・検査は、使用前事業者検査として実施する。

図 1 のケースでは、①、②の範囲について、①では保護リレー単体試験で動作確認、動作時間計測を行ない、②では模擬信号を入力することにより補助リレー等の動作ならびに遮断器解放動作、動作時間計測を行なうことによって健全性や能力を確認することができる。

図 2 のケースでは、①、②の範囲については、図 1 のケースと同様にそれぞれの動作確認、動作時間計測によって保護リレー等の動作ならびに消磁コンタクトの動作、動作時間計測を行なうことによって健全性や能力を確認することができる。③の消磁コンタクト ON から DG 停止までの間については、実電流測定ができないことからメーカーの解析結果を用いる代替記録による検査をすることによって保護リレー等の健全性や能力を確認することができる。

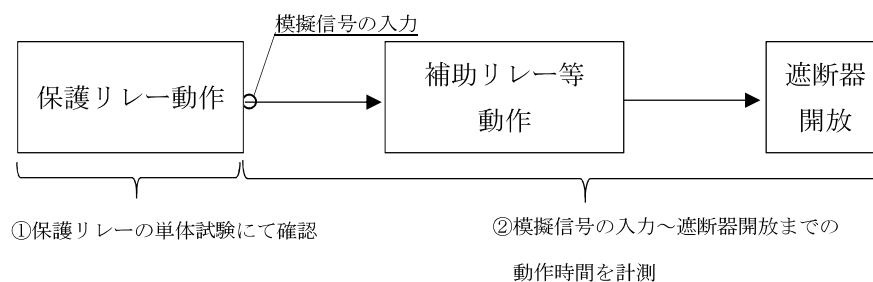


図 1 試験・検査イメージ図（メタクラ受電遮断器開放まで）

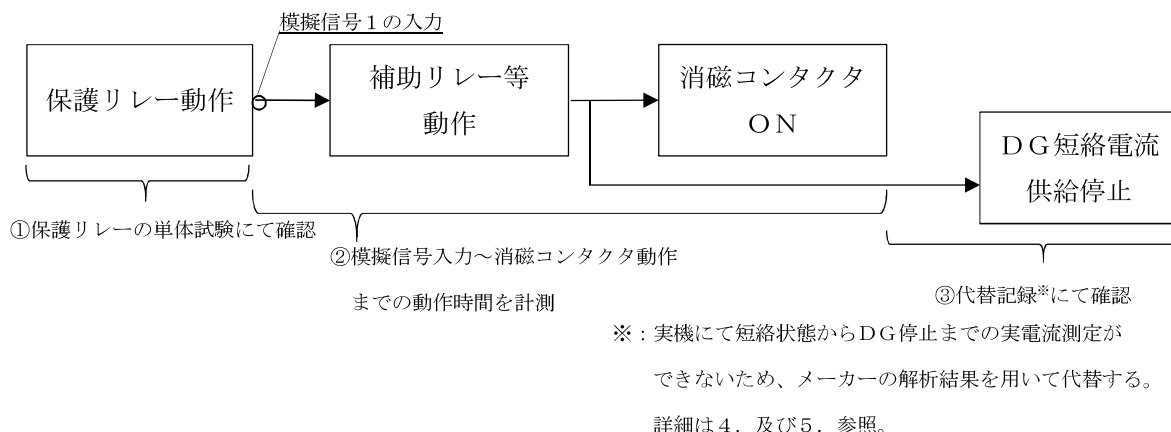


図2 試験・検査イメージ図（非常用DGの短絡電流供給停止まで）

4. 代替記録による検査が必要となる理由、検査の妥当性

(1) 実機での短絡電流供給停止までの時間計測可否

非常用DG受電遮断器でHEAFが発生した場合、HEAF保護完了は遮断器開放でなく、図2に示す通り非常用DGからの短絡電流供給停止となる。

電流供給停止となる時間を測定する場合は、非常用DGが出力する電流がほぼ0（メーカー解析結果では定格の0.01PU）となる時間を計測すればよいが、電流を計測するためには非常用DGを出力運転状態とする必要がある。すなわち、非常用DGが非常用の負荷に給電している状態から消磁コンタクタをONすることが必要であるが、実機で非常用DGが短絡電流を供給する状態を模擬する場合、非常用DGが短絡電流を供給する状態となる。これにより、機械的には短絡電流により発生する大きな回転トルクが主要部材（コイル固定部等）に過度のストレスを与え、損傷の可能性を招く。また、電気(熱)的には温度上昇による絶縁部の劣化を招くことになり、絶縁劣化進展による非常用DG自体の短絡事故(内部故障)を誘発することになるため、非常用DGの短絡電流供給状態模擬は、プラントの安全性低下を招く可能性がある。そのため、短絡電流供給停止までの時間を実機で計測することは困難である。

(2) 検査方法の検討

(1)より、消磁コンタクタ動作後からDG短絡電流供給停止までの時間（図2の③）については、代替記録による必要があり、その方法を以下2ケースで検討した。

ケース1：DG無負荷運転中から消磁コンタクタONし、電流供給停止となる時間を計測

ケース2：メーカーの解析結果を用いた代替記録の確認

ケース1について、実機での模擬を実施する場合は、非常用DG無負荷運転中（非常用DG受電遮断器は開放状態）から消磁コンタクタをONし、非常用DGの電圧がほぼ0となる時間を計測す

ることで、非常用DGの短絡電流供給停止までの時間を代替確認する方法が考えられる。

消磁コンタクタ投入後に供給される電流の値は消磁後のDG残留電圧に依存するため、非常用DG無負荷運転中に消磁コンタクタを動作させた後の非常用DG電圧減衰挙動は、非常用DG短絡電流供給中に消磁コンタクタを動作させた後の電流挙動に近い挙動を示すと考える。但し、机上の評価では、メーカー解析結果による電流供給停止（定格の0.01PU）となる時間と実機で電圧がほぼ0（例えば定格の0.01PU）となる時間が完全に一致するとは言えず、電圧がほぼ0となる時間の明確な管理値を設けることは困難である。

プラントの安全性及び上記の観点より、消磁コンタクタ動作後から非常用DG短絡電流供給停止までの時間（図2の③）計測については、ケース2のメーカーの解析結果を用いた代替記録の確認により実施する。

なお、代替記録確認の例として、上記と全く同類のものではないが、自然現象に対する健全性、例えば耐震性について使用前事業者検査で実加震試験は実施できないことから耐震計算書による解析結果を用いて確認していることを踏まえると、プラントの安全性低下を招く可能性がある今回の事例においても代替記録確認を適用することについては問題ないものとする。

5. メーカーの解析結果を用いた代替記録について

大飯3/4号機における短絡電流減衰曲線を図3に示す。図3における③の区間(消磁コンタクタ動作から電流供給停止までの時間)は、前述の通り代替記録の確認を行う必要があるため、数値計算にて算出することとする。

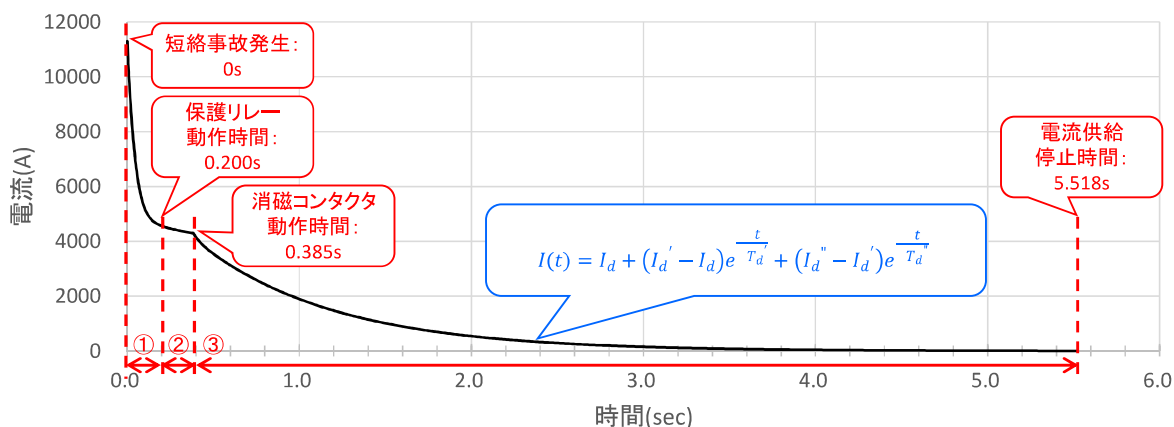


図3 非常用DG短絡電流減衰曲線(大飯3/4号機の場合)

一般的に、非常用DG給電時における短絡電流の減衰は、表1に示す算出式及び定数によって評価することができる⁴⁾。そこで、消磁コンタクタ動作から非常用DGの短絡電流供給停止となる時間(定格の0.01PU以下となる時間と定義)は、表1を用いた数値計算にて算出する。

なお、メーカーによる解析とは、表1に示した短絡電流算出式は教科書に基づく一般的な算出式⁴⁾を用いて計算しているものである。ただし、永久短絡電流を求める際の計算に用いられる励磁特性に関する係数については、実際の非常用DGに即したメーカー知見による係数を採用している。

[1]参考文献：新田目 倅造『電力系統技術計算の応用』（1981）、P84～P88

表 1 短絡電流算出式及び定数一覧表

短絡電流算出式	
$I(t) = I_d + (I_d' - I_d)e^{-\frac{t}{T_d'}} + (I_d'' - I_d')e^{-\frac{t}{T_d''}}$	
記号	定数
$I(t)$	時刻:t(s)における短絡電流
I_d	永久短絡電流
I_d'	過渡短絡電流
I_d''	初期過渡短絡電流
T_d'	過渡短絡時定数
T_d''	初期過渡短絡時定数

上記に基づき、高浜 3/4 号機を含む非常用 DG の短絡電流供給停止に至るまでの時間を算出した結果は表 2 の通りとなる。

表 2 非常用 DG の短絡電流供給停止に至るまでの時間

プラント	①保護リレー 動作時間	②補助リレー及び 消磁コンタクタ 動作時間	③電流供給停止時間 (定格の 0.01PU 以下となる時間)
大飯 34 号	0.200s	0.185s	5.133s
高浜 34 号	0.300s	0.185s	5.164s

6. まとめ

HEAF 対策として追加設置する 50 保護リレーについては、上述の方法で試験・検査を実施することにより使用前事業者検査にて保護リレーの健全性及び能力を確認できる。

以上

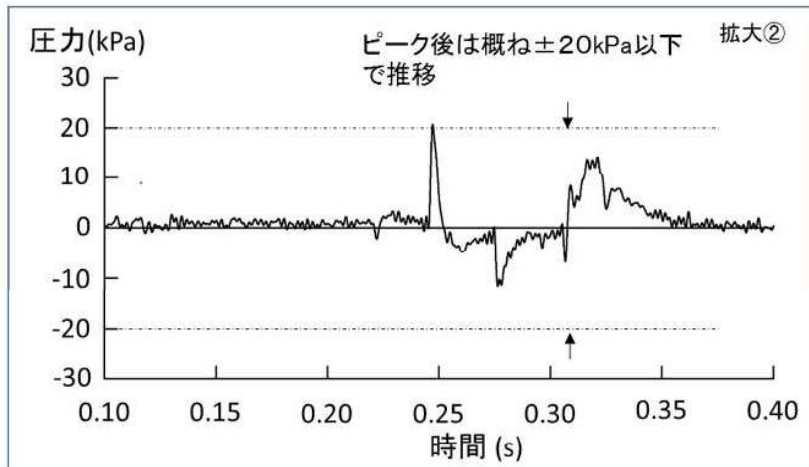
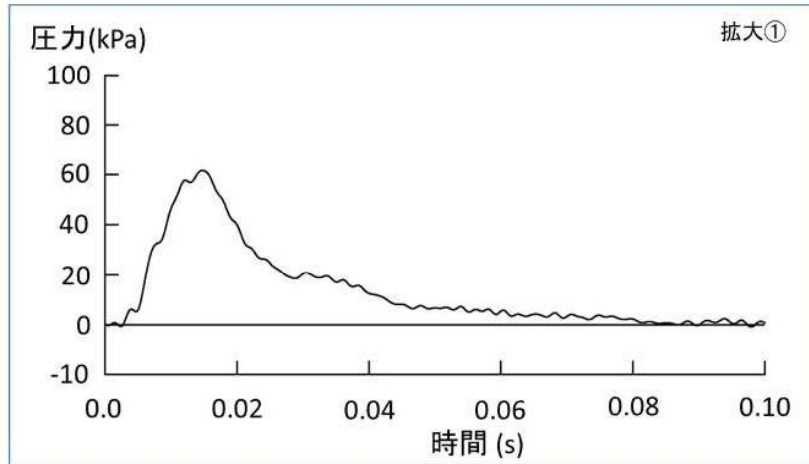
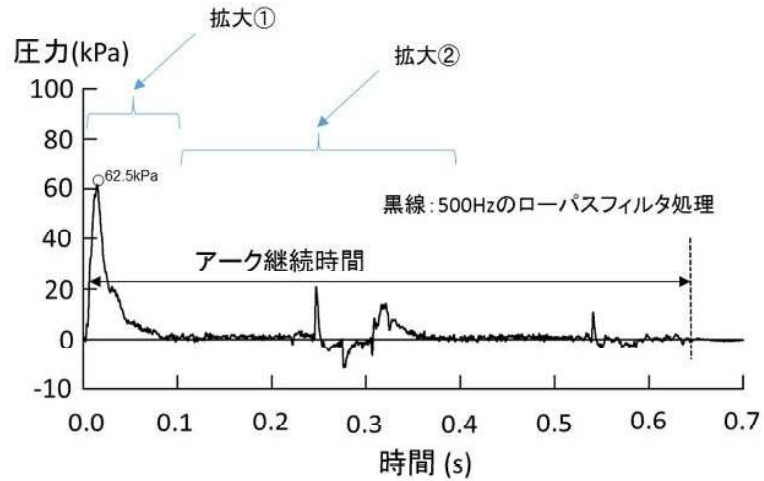
圧力波形の考察について

- M/C(DG)試験と先行 M/C 試験の圧力波形データをもとに以下の通り考察する。
- 先行 M/C 試験において、圧力ピークが 62.5kPa、13.5kPa のデータをそれぞれ 2、3 頁に示している。
- M/C(DG)試験で得られた圧力ピークが 2.98kPa のデータを 4 頁に示している。
- どのデータにおいても 0.01 秒~0.02 秒後において圧力上昇はピークとなり、その後 ~0.1 秒までには圧力は 0kPa 近傍まで減少している。
- 0kPa 近傍まで減少後、アーク継続時間中においては、アークパワーの大きさに概ね比例し約ピーク値の±30%以下の振幅で振動している。
- テイル部分の振幅については、若干ノイズが含まれていると考えられるものの、アーク継続時間中に発生しているものであり、盤内でのアークに伴う影響と推察される。

先行M/C試験データ

(試験内容)

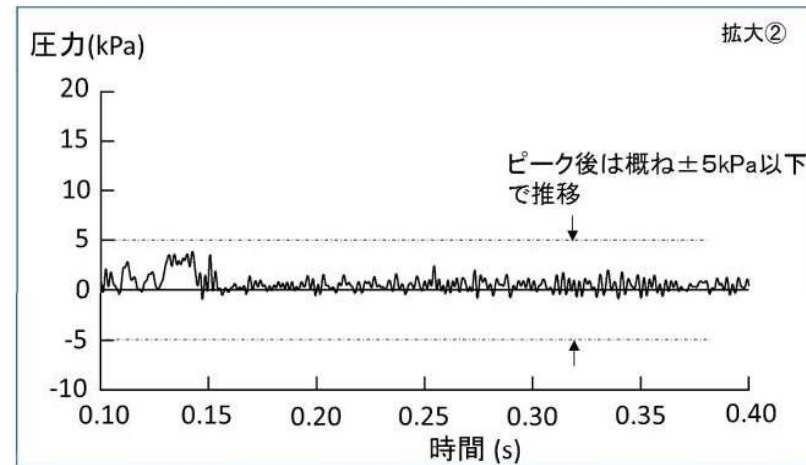
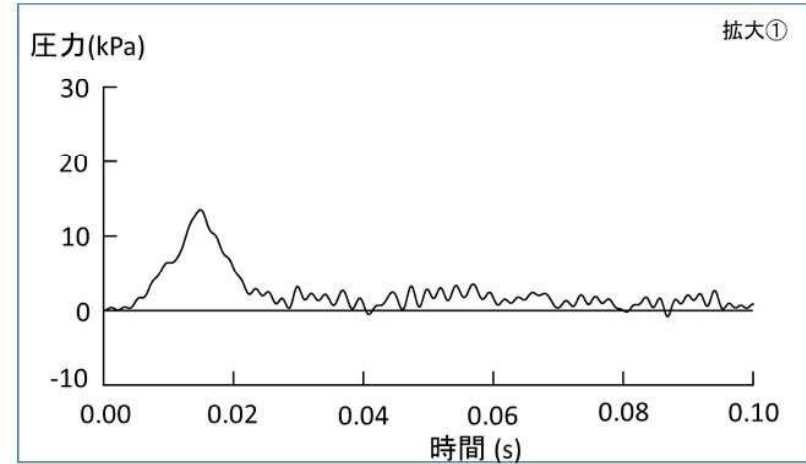
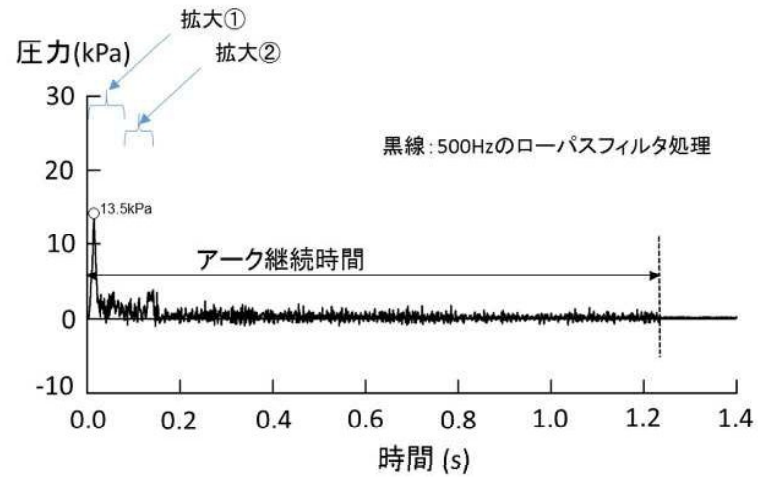
- ・アーク継続時間: 0.63秒
- ・アークエネルギー: 25.3MJ
- ・最大アークパワー: 87.4MW
- ・平均アークパワー: 40.2MW
- ・試験結果: アーク火災無



先行M/C試験データ

(試験内容)

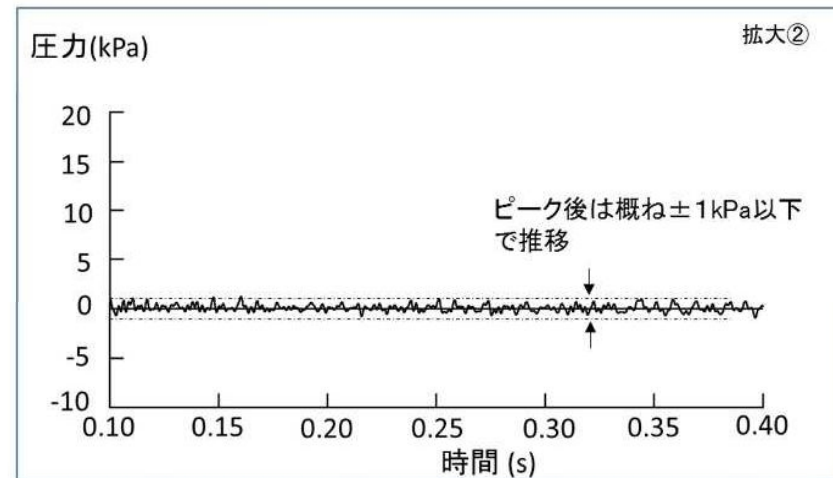
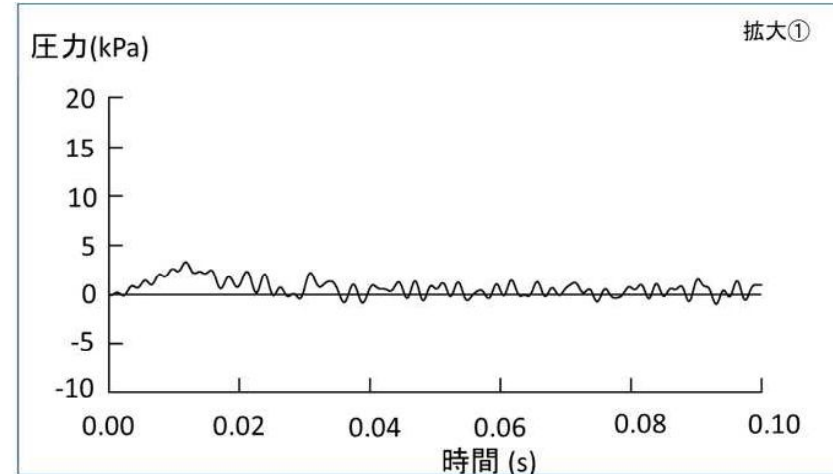
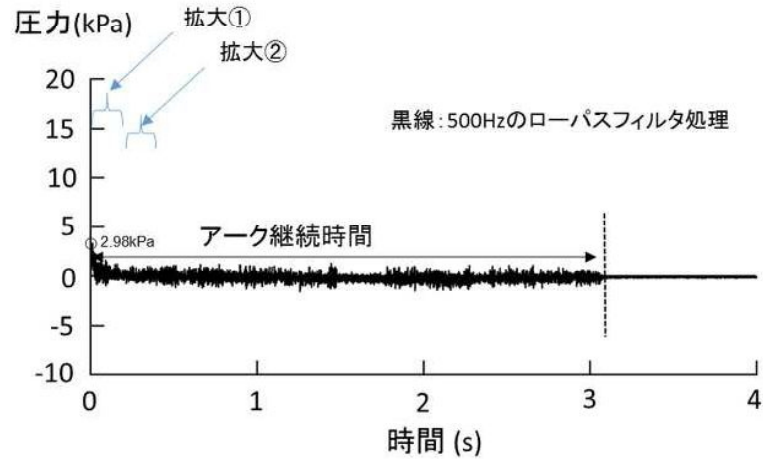
- ・アーク継続時間: 1.23秒
- ・アークエネルギー: 17.7MJ
- ・最大アークパワー: 34.0MW
- ・平均アークパワー: 14.4MW
- ・試験結果: アーク火災無



M/C(DG)試験データ

(試験内容)

- ・アーク継続時間: 3.05秒
- ・アークエネルギー: 16.6MJ
- ・最大アークパワー: 14.4MW
- ・平均アークパワー: 5.4MW
- ・試験結果: アーク火災無



保護リレーに対する重要度分類の考え方について

1 はじめに

今回追加する 50 保護リレーが重要度分類上、安全機能を有する設備なのかについて整理するものである。また、保安規定との関連性についても参考として整理した。

2 安全機能の有無について

表 1 のとおり、平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定された発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（以下、「重要度分類指針」という。）によると、非常用所内電源系はMS-1 と整理されている。

表 1 重要度分類指針の付表抜粋

分類	異常影響緩和系			
	定義	機能	構築物、系統又は機器 (PWR)	特記すべき関連系 (PWR)
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい・換気空調系・原子炉補機冷却水系、原子炉補機冷却海水系、直流電源系、制御用圧縮空気設備（いずれも、MS-1 関連のもの）	ディーゼル発電機燃料輸送系、ディーゼル冷却系、取水設備（屋外トレンチを含む。）

今回追加する 50 保護リレーは、図 1（審査会合で添付したロジック図）のとおり過電流を検出する 51 保護リレーと同様に非常用所内電源系に附属する設備である。

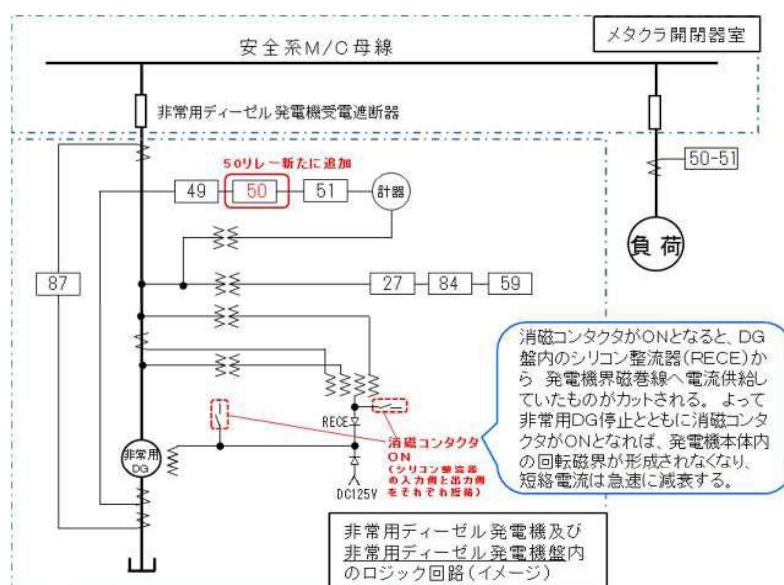


図 1 非常用ディーゼル発電機からの給電に係るロジック回路（イメージ図）

ここで、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。）によると、「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、次に掲げるものとある。

- 1) その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能
- 2) 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能

また、設置許可基準規則第12条（安全施設）の解釈には、「安全機能」を有する安全施設については、別に「重要度分類指針」において定めると記載がある。

重要度分類指針の解説によると「本来関連系として位置付けられるべきものであっても、その支援対象が広いものについては、それ自身を当該系と位置付ける。例えば、本指針第2表のMS-1の「安全上必須なその他の構築物、手続及び機器」がその例である^①。これ以外の関連系は、2種に大別して、当該系の機能遂行に直接必要となる関連系及びそれ以外の関連系とし、前者については当該系と同位の重要度を有するものとみなし、また、後者については当該系より下位の重要度を有するものとみなすこととする^②。」と整理されている。①より非常用所内電源系は、「安全上必須なその他の構築物、手続及び機器」に該当することから当該系ではなく本来関連系である。②より非常用所内電源系以外の関連系は、直接関連系ないし間接関連系と整理される。

上記の整理を踏まえると、非常用所内電源系の附属設備としての50保護リレーは、電気事故である過電流を検出し電気事故範囲を限定するために遮断器を開放するなど安全性を確保するための設備ではあるが、非常用所内電源系の機能遂行又は機能維持に不可欠なものではないことから非常用所内電源系には含まれず、直接関連系、間接関連系のいずれにも該当しない。

したがって、HEAF対策として追加する50保護リレーは、安全機能を有していない機器として整理する。また、非常用DGの状態（供給、スタンバイ）及び既工認範囲での保護リレーを考慮したとしても今回追加の保護リレーが安全機能を有していないと整理することは特に問題ない。

3. 保安規定とMS-1との関係性について

第625回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合の資料1-3に示す「保安規定変更に係る基本方針 4.1 LCO等を設定する設備」によると以下の通り。

～略～

設計基準対象施設については、「(安全施設において)安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」の対象となる設備の範囲となる。基本的には、従来の安全設計審査指針に定める「重要度の特に高い安全機能を有する系統」が対象となる。

具体的には、設計基準対象施設のうち安全機能を有するもの(安全施設)は、重要度分類指針における「当該系」の設備と「関連系」の設備に分けられ、当該系の機能遂行に直接必要となるか否かの観点から、「関連系」はさらに「直接関連系」と「間接関連系」に分けられる。「直接関連系」は「当該系」の機能遂行に直接必要となる関連系であり、「間接関連系」は「当該系」の信頼性を維持し、又は担保するために必要な関連系である。「間接関連系」は、「当該系」より下位の重要度を有するものとみなされている。

このことから、「設計基準対象施設において、安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」としてPS-1、MS-1、MS-2(重要度の特に高い安全機能を有する設備等)をLCO等を設定する設備と考え、

- ・PS-1、MS-1の「当該系」設備及びその「直接関連系」設備
- ・MS-2のうち「重要度の特に高い安全機能を有する設備等」にあたる設備

のいずれかに該当する場合は、保安規定においてLCO等を設定し運用管理する必要がある。

～略～

新規制基準を踏まえ新たに設計基準対象施設とした設備について、保安規定への反映要否に関する検討は、今後、新たに設計基準対象施設とした設備について重要度分類指針を踏まえた安全機能の重要度分類を設定し、保安規定審査基準に定める「発電用原子炉施設の重要な機能に関して、安全機能を有する系統、機器」に相当する、重要度分類指針における「PS-1、MS-1、MS-2(重要度の特に高い安全機能を有する設備等)」に該当する設備に対しLCO等を設定する。

したがって、今回追設する保護リレーについては、非常用所内電源系(MS-1)の関連系設備でもなく、安全機能を有していない機器であることから、上記のLCO等を設定する設備には該当しない。

以上

参考資料①：発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針

(平成2年8月30日原子力安全委員会決定) 抜粋

【参考①】

発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）抜粋

IV. 分類の適用の原則

1. 関連系の範囲と分類

第2表に示す安全機能を直接果たす構築物、系統及び機器（以下「当該系」という。）が、その機能を果たすために直接又は間接に必要とする構築物、系統及び機器（以下「関連系」という。）の範囲と分類は、次の各号に掲げるところによるものとする。

- (1) 当該系の機能遂行に直接必要となる関連系は、当該系と同位の重要度を有するものとみなす。
- (2) 当該系の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な関連系は、当該系より下位の重要度を有するものとみなす。ただし、当該系がクラス3であるときは、関連系はクラス3とみなす。

第2表 安全上の機能別重要度分類に係る定義及び機能

分 類	定 義	機 能
クラス1	PS-1 その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷、又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 2) 過剰反応度の印加防止機能 3) 炉心形状の維持機能
	MS-1 1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能 2) 未臨界維持機能 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能 4) 原子炉が停止後の除熱機能 5) 炉心冷却機能 6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能
	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能 2) 安全上特に重要な関連機能

分 類	定 義	機 能
クラス2	PS-2 1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。） 2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能 3) 燃料を安全に取り扱う機能
	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能 2) 放射性物質放出の防止機能
	2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能 2) 異常状態の緩和機能 3) 制御室外からの安全停止機能

【解説】

1. 関連系の範囲と分類

本指針においては、所要の安全機能を直接果たす構築物、系統及び機器を「当該系」と呼んでいる。例えば、原子炉冷却材喪失（以下「LOCA」という。）に際して、冷却水を注入して炉心を冷却する機能を果たすのは非常用炉心冷却系（以下「ECCS」という。）であるが、ECCSは、LOCA時の炉心冷却という機能に対する当該系となる。

しかしながら、所要の安全機能は、当該系のみで単独に果たせるとは限らない。ECCSの場合には、起動信号を発生する安全保護系、動力を供給する電源系（非常用所内電源系を含む。）、機器を冷却する補機冷却系等を始めとし、その信頼性を担保し、監視するための計装、試験用設備、機器の据付けの基礎、支持物、系統を収容する建屋とその換気空調系等が、程度の差はあっても必要である。このように、当該系が機能を果たすのに直接、間接に必要な構築物、系統及び機器を、本指針においては「関連系」と呼んでいる。

なお、上記の定義により、本来関連系として位置付けられるべきものであっても、その支援対象が広いものについては、それ自身を当該系と位置付ける。例えば、本指針第2表のMS-1の「安全上必須なその他の構築物、手続及び機器」がその例である。

これ以外の関連系は、2種に大別して、当該系の機能遂行に直接必要となる関連系及びそれ以外の関連系とし、前者については当該系と同位の重要度を有するものとみなし、また、後者については当該系より下位の重要度を有するものとみなすこととする。ただし、後者の関連系で当該系がクラス3のものは、安全に関連する機能を有することから、クラス3であるとみなすこととする。

ここで「当該系の機能遂行に直接必要となる関連系」とは、それなくして当該系の機能遂行又は機能維持ができないような、不可欠の構築物、系統及び機器を指し、例えば起動・運転制御を行う計装、駆動系、機器冷却系、機器燃料系等を意味する。また、これらの関連系が「当該系と同位の重要度を有するものとみなす」とは、これら関連系を含めて当該系が所要の信頼性を確保し、維持することを求めるものであって、当該系に対する要求事項に、関連系を含めて適合するように、これら関連系にも当該系と同等の設計上の考慮が必要であることを意味する。

例えば、当該系に単一故障を仮定しても、その安全機能が失われない設計が要求されている場合には、当該系の機能遂行に直接必要となる関連系に単一故障を仮定しても、当該系の安全機能が失われないことが必要である。ただし、このことは、当該系と関連系とのそれぞれに独立に故障を重ねて仮定することを求めるものではない。

➤ V. 安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する設計上の考慮

1. 基本的目標

各クラスに属する構築物、系統及び機器の基本設計ないし基本的設計方針は、確立された設計、建設及び試験の技術並びに運転管理により、安全機能確保の観点から、次の各号に掲げる基本的目標を達成できるものでなければならない。

- (1) クラス1：合理的に達成し得る最高度の信頼性を確保し、かつ、維持すること。
- (2) クラス2：高度の信頼性を確保し、かつ、維持すること。
- (3) クラス3：一般の産業施設と同等以上の信頼性を確保し、かつ、維持すること。

2. 「安全設計審査指針」への分類の適用

安全機能を有する構築物、系統及び機器については、上記1.の基本的目標を満足するように、設計上の配慮がなされなければならない。このため、「安全設計審査指針」に、本指針の分類を次の各号に定めるところにより適用する。

(1) 信頼性に対する設計上の考慮

次に掲げる系統は、「安全設計審査指針」指針9.第2項の「重要度の特に高い安全機能を有する系統」とみなす。

(a) PS-1のうち、通常運転時に開であって、事故時閉動作によって原子炉冷却材圧力バウンダリ機能の一部を果たすこととなる弁

(b) MS-1

(c) MS-2のうち、事故時のプラント状態の把握機能を果たすべき系統

(2) 自然現象に対する設計上の考慮

次に掲げるものは、「安全設計審査指針」指針2.第2項の「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」とみなす。

(a) クラス1

(b) クラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器。

(3) 電気系統に対する設計上の考慮

「安全設計審査指針」指針48.第1項及び第4項の「重要度の特に高い安全機能」及び「重要度の高い安全機能」とは、それぞれ次に掲げるものをいう。

(a) 重要度の特に高い安全機能

i) PS-1

ii) MS-1

iii) MS-2のうち、

ア) 燃料プール水の補給機能

イ) 事故時のプラント状態の把握機能

ウ) 異常状態の緩和機能のうち、逃がし弁からの原子炉冷却材放出の阻止機能

エ) 制御室外からの安全停止機能

(b) 重要度の高い安全機能

i) クラス1

ii) クラス2

【解説】

1. 基本的目標

原子炉施設の安全確保に必要な安全機能とその相対的重要度が定められると、これら機能を有する構築物、系統及び機器に対して、様々な要求が課せられる。これらの要求が意図するところは、究極的にはそれぞれの機能の重要度に応じて、十分に高い信頼性を確保することである。

本指針は、安全機能の重要度に関する「安全設計審査指針」の適用のめやすを与えるものであるから、その直接の対象は、原子炉施設の基本設計ないし基本的設計方針である。当然のことではあるが、高度の信頼性は設計のみによって達成されるものではなく、建設及び運転管理の各段階における一貫した努力が必要であり、また各段階での努力は相互に補足的であり得るものである。ここに掲げた基本的目標は、設計のみならず、後続の各段階における品質保証活動によって究極的に達成されるべきものである。基本設計ないし基本的設計方針においては、後続の各段階における活動が十分に行い得るように配慮されているとともに、これらとあいまってここに掲げる基本的目標が達成し得るものであることが確認される必要がある。

一般に、構築物、系統及び機器については、原子炉施設に限らず、国内法規に基づく規格基準、適切と認められる民間規格又は外国規格を含めてなんらかの規格基準が適用され、妥当と考えられる信頼性を確保することとしている。本指針においてクラス3に分類されるものは、少なくともこれら一般産業施設に求められている信頼性を確保することが必要と考えられるもので、例えば建築基準法、日本工業規格、一般の電気工作物規定等に準拠することとなる。しかし、原子炉施設においては安全確保の重要性にかんがみ、安全上の重要度の高いものについては、一般産業施設の場合よりもさらに高度の信頼性の要求を課すのが通例である。例えば、「耐震設計審査指針」においては、Sクラス、Bクラスの構築物、系統及び機器に対しては、建築基準法の定めよりも厳しい設計用地震力を想定し、これに耐えることを要求しており、また、昭和40年6月通商産業省令62号(平成17年7月1日改正)においても、重要度の高い構築物に対しては特に厳しい要求を課している。本指針においても、これらと基本的には同様の考え方にに基づき、クラス1及びクラス2に対しては、一般産業施設よりもさらに高度の信頼性を確保することを求めるものである。ただし、所要の信頼性を確保するために設計、建設、運転管理の各段階においてどのような対策を具体的に採るべきかについては、各構築物、系統及び機器の構造、動作原理、使用条件、特性等によって異なる。したがって、個々に対する具体的な要件は、本指針の基本的目標に照して十分適切と考えられる方法を選択する必要がある。例えば、運転管理段階において、各構築物、系統及び機器に係る保全・運転管理の具体的な対策や要件等を決める際には、本指針に示された安全機能の重要度を維持しつつ、運転経験や確率論的安全評価(PSA)の結果などのリスク情報を活用することが適切である。これは、安全確保における合理性、整合性及び透明性の向上、並びに資源の適正配分の観点を考慮するとともに、本指針が制定された以降のリスク評価技術の進展を踏まえたものである。

2. 「安全設計審査指針」への分類の適用

本指針のV.の1.の基本的目標の達成のために、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それぞれの特徴に応じて、適切な設計上の考慮がなされなければならない。

これらの必要な考慮のうち、基本的なものについては、「安全設計審査指針」に示すところであるが、本指針においては、「安全設計審査指針」においてその具体的適用を本指針にゆだねているものについて、その内容を定めた。

(1) 信頼性に対する設計上の考慮

「安全設計審査指針」の指針 9. 第 2 項は、「重要度の特に高い安全機能を有する系統」に対し、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であることを求め、さらに第 3 項において、その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できるような設計であることを求めている。この要求が原則的に適用されるのは、MS-1 の系統並びに PS-1 の一部及び MS-2 の一部である。この要求が適用される PS-1 の一部は、通常時には開、事故時には閉となることによって原子炉冷却材圧力バウンダリの一部となる弁である。このような弁が設けられる系統については、原子炉冷却材圧力バウンダリは、原子炉側からみて第 2 隔離弁を含みそこまでとする。すなわち、この種の弁には多重性が要求される。

また、前記の要求が適用される MS-2 の一部は、事故時のプラント状態の把握機能を有する系統であって、安全確保上最も重要な原子炉停止、炉心冷却、及び放射能閉じ込めの三つの機能の状況を監視するのに最小限必要とされる系統である。

「安全設計審査指針」においては、計測制御系の信頼性に関し、特に原子炉の停止状態及び炉心の冷却状態は、2 種類以上のパラメータにより監視又は推定できること、が求められているが、これは、停止及び冷却の状況把握に多様性を求めたものである。また、「発電用軽水型原子炉施設における事故時の放射線計測に関する審査指針」においては、放射能障壁の健全性を確認するための情報を与える主たる放射線計測系は、多重性を有する設計であることを要求している。

(2) 自然現象に対する設計上の考慮

「安全設計審査指針」指針 2. 第 2 項は、地震以外の想定される自然現象に対する設計上の考慮を定めており、「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」に対しての要求を掲げている。この要求が適用されるのは、原則としてクラス 1 のものであるが、クラス 2 についても自然現象の影響を受けやすいもの等については、これを適用する。一般に、これらの自然現象の影響を受けやすいものとしては、建物や屋外の構築物が考えられる。クラス 2 のうち、当該系としてこれに当たるものは、PWR の補助建屋排気筒、BWR の非常用ガス処理系排気管の支持機能を除く排気筒が考えられるほか、関連系としてクラス 2 に相当する建物等がある。

(3) 電気系統に対する設計上の考慮

「安全設計審査指針」指針 48. 第 1 項における「重要度の特に高い安全機能」として、非常用所内電源からも電力の供給が受けられることが要求されるものは、原則としてクラス 1 の機能であるが、クラス 2 についても一部についてこの要求が適用される。クラス 2 であって非常用所内電源への接続を求められるのは、使用済燃料プール水の補給機能と異常時の対応上特に重要な機能であり、後者の機能を有するものは、具体的には(1)で述べた事故時監視計器の一部、制御室外からの原子炉停止装置、並びに PWR の加圧器逃がし弁（手動開閉機能）及び同元弁である。

HEAF 対策として設置する 50 保護リレーの要目表記載要否について

1 はじめに

今回追設する 50 保護リレーの要目表記載要否に対する考え方を整理するものである。

2 今回追設する 50 保護リレーの要目表記載要否について

要目表に記載すべき保護継電装置は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（以下、「炉規則」という。）別表第二により、表 1 のとおり規定されている。

表 1 原子炉の運転等に関する規則 別表第二（抜粋）

発電用原子炉施設の種類の	記載すべき事項	
	一般記載事項	設備別記載事項
その他発電用原子炉の附属施設	—	—
1 非常用電源設備	—	(5) 発電機に係る次の事項 ハ 保護継電装置の名称及び種類
2 常用電源設備	—	1 発電機に係る次の事項 (3) 保護継電装置の種類 2 変圧器に係る次の事項 (2) 保護継電装置の種類 3 遮断器に係る次の事項 (2) 保護継電装置の種類

今回追設する 50 保護リレーは、添 5-2 頁の図 2 のとおり非常用ディーゼル発電機の電源供給ラインに設置しており保護範囲は 87 保護リレーと共有しているもののメタルクラッド開閉装置の母線保護として HEAF 火災の発生防止を目的に設置しているものであることから、HEAF 火災の発生防止に適切な動作時間に設定している。一方、87 保護リレーについては、非常用ディーゼル発電機の保護を目的としていることから発電機内部故障（電気事故）が発生した場合において即時動作が期待できる 87 保護リレーを設置している（共通する保護範囲内では 87 保護リレーが先に動作）。

このように保護リレーの選定、動作時間の設定は、目的に応じて設計しており、非常用ディーゼル発電機の保護継電装置としては従前より、表 2 に記載の非常用ディーゼル発電機保護を目的とした保護リレーを記載していることから今回追設する 50 保護リレーは要目表には記載していない。同様に添 5-3 頁の図 3 の 84 保護リレーは非常用ディーゼル発電機の保護を目的とした保護リレーではなく、非常用ディーゼル発電機起動後に所定の電圧になったことを検出することを目的とした保護リレーであることから要目表には記載していない。

なお、常用電源設備で要目表記載対象となるのは、図 1 に示す通り、主要変圧器、起動変圧器及び予備変圧器並びに送電線引出口の遮断器に設置される保護継電装置であり、メタルクラッド開閉装置の母線保護として設置する保護継電装置は該当しない。（メタルクラッド開閉装置の既設の 50-51 保護リレーも要目表記載対象外）

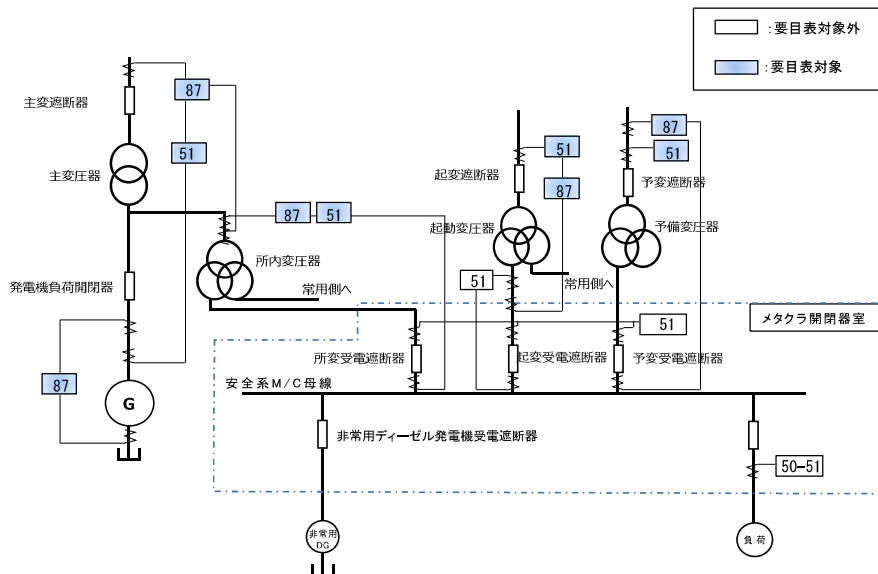


図1 常用電源設備で要目表対象となる主な保護リレー整理図

表2. 保護継電装置の名称及び種類（既工認の要目表記載対象）

名称	ディーゼル発電機保護継電装置
種類（自動しゃ断用）	比率作動継電器（87）（A号機）（B号機）
	過電流継電器（51）（A号機）（B号機）
種類（警報用）	過電圧継電器（59）（A号機）（B号機）
	過電流継電器（51）（A号機）（B号機）
	地絡過電圧継電器（64）（A号機）（B号機）
	過負荷継電器（49）（A号機）（B号機）
	低電圧継電器（27）（A号機）（B号機）

以上より、今回追設する50保護リレーは、炉規則の別表第二に該当せず、要目表記載対象外と整理している。

以上

設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

1. 概 要

高浜原子力発電所第3/4号機及び大飯原子力発電所第3/4号機においては、高エネルギーアークによるアーク火災を防止するための対策工事を計画している。

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該工事計画の手続きを行うにあたり、設計及び工事計画認可申請書に添付する書類について整理する。

2. 添付書類の整理結果

設計及び工事計画認可申請書に添付すべき書類は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の別表第二の上覧に記載される種類に応じて、下欄に記載される添付書類を添付する必要があるが、別表第二では「認可の申請又は届出に係る工事の内容に関係あるものに限る。」との規定があるため、本申請範囲である「非常用電源設備」のうち、本工事に要求される添付書類の要否の検討を行った。検討結果を表1に示す。

表1 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画認可申請
 (以下「工事計画」という。)において要求される添付書類及び本申請における添付の要否の検討結果

(高浜3, 4号機、大飯3, 4号機)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
各発電用原子炉施設に共通		
送電関係一覧図	×	本工事計画では、送電設備の変更を伴わないため、送電関係一覧図に影響を与えないことから添付不要。
急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明書	×	本工事計画は、急傾斜地崩壊危険区域内での工事ではないため添付不要。
工場又は事業所の概要を明示した地形図	×	本工事計画は、地形図の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図	×	本工事計画は、主要設備の配置の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
単線結線図	×	本工事計画は、単線結線図の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
新技術の内容を十分に説明した書類	×	本工事計画は、新技術に該当しないため添付不要。
発電用原子炉施設の熱精算図	×	本工事計画は、発電用原子炉施設の熱精算に影響を与えないため添付不要。
熱出力計算書	×	本工事計画は、熱出力に影響を与えないため添付不要。
発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	○	本工事計画の内容について、設置許可との整合性を示す必要があることから添付する。
排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書	×	本工事計画は、排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
人が常時勤務し、又は頻繁に出入する工場又は事業所内の場所における線量に関する説明書	×	本工事計画は、人が常時勤務し、又は頻繁に出入する工場又は事業所内の場所における線量に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書(自然現象への配慮に関する説明を含む。)	×	本工事計画は、耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の概要を明示した図面	×	本工事計画は、排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の変更を伴わないため添付不要。
取水口及び放水口に関する説明書	×	本工事計画は、取水口及び放水口に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	×	本工事計画は、設備別記載事項の設定根拠に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
環境測定装置の構造図及び取付箇所を明示した図面	×	本工事計画は、環境測定装置の構造図及び取付箇所の変更を伴わないため添付不要。

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の可否 (○・×)	理由
クラス1機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書	×	本工事計画は、クラス1機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	○	本工事計画では、安全設備及び重大事故等対処設備である既設の非常用ディーゼル発電機に過電流保護リレーを追加するため、過電流保護リレーを含めた非常用ディーゼル発電機の使用される条件下における健全性への適合性を確認する必要があるため添付する。
発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	○	本工事計画では、既工事計画から設計内容に変更は無いが、火災感知設備及び消火設備が配置について、「高エネルギーアーク損傷 (HEAF) に係る電気盤の設計に関する審査ガイド」への適合性を確認する必要があるため、既工事計画から変更が無い旨を明記し添付する。
発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	×	本工事計画は、発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書	×	本工事計画は、発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
通信連絡設備に関する説明書	×	本工事計画は、通信連絡設備に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
通信連絡設備の取付箇所を明示した図面	×	本工事計画は、通信連絡設備の取付箇所の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
安全避難通路に関する説明書	×	本工事計画は、安全避難通路に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
安全避難通路を明示した図面	×	本工事計画は、安全避難通路の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
非常用照明に関する説明書	×	本工事計画は、非常用照明に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
非常用照明の取付箇所を明示した図面	×	本工事計画は、非常用照明の取付箇所の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
その他発電用原子炉の附属施設 非常用電源設備		
非常用電源設備に係る機器の配置を明示した図面	×	本工事計画は、非常用電源設備に係る機器の配置の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
非常用電源設備に係る機器の配置を明示した系統図	×	本工事計画は、非常用電源設備に係る機器の配置の変更を伴わないため、既工事計画に変更がなく添付不要。
非常用発電装置の出力の決定に関する説明書	○	本工事計画では、技術基準規則45条への適合性を示すために添付する。
燃料系統図	×	本工事計画は、燃料系統図に影響を与えないため添付不要。
耐震性に関する説明書	×	本工事計画は、耐震性に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
強度に関する説明書	×	本工事計画は、強度に関する説明書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
構造図	×	本工事計画は、構造図に影響を与えないため添付不要。
安全弁の吹出量計算書	×	本工事計画は、安全弁の吹出量計算書に関する記載に影響を与えないため添付不要。
設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	○	本工事計画では、変更における「設計」に関する品質管理の方法等を示す必要があるため添付する。

注1 ○ 設置して技術基準規則の適合が必要な条文
 ○ 設置して技術基準規則の適合が不要な条文
 ○ 設計及び工事計画認可申請で確認が必要な条文
 ○ 設計及び工事計画認可申請で確認が不要な条文
 ○ 審査対象条文(設計及び工事計画認可申請で確認が必要な条文と同じ条文)
 ○ 審査対象条文(設計及び工事計画認可申請で確認が不要な条文と同じ条文)
 (建設が不要な条文については、適用条文が○
 になっているものの、設計内容に
 の変更による内容に変更が無く、場合
 によっては設置位置に変更)

技術基準規則	適用条文 ^{注1}	工事の内容に 関係あるもの ^{注2}	審査対象条文 ^{注3}	理由
(第四四条) 設計基準対象施設の地盤	○	×	×	設計基準対象施設の地盤については、平成27年6月4日付原簿規程第1508041号にて認可の工事計画(以下、「既工事計画」とい)において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、設計基準対象施設の地盤は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五五条) 地震による損傷の防止	○	×	×	地震による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、地震による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第六六条) 津波による損傷の防止	○	×	×	津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置の変更はなく、津波から防護された建屋内に設置されており、津波防護対策の設計内容は変わらないことから既工事計画から変更はない。
(第七七条) 外部からの衝撃による損傷の防止	○	×	×	外部からの衝撃による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置の変更はなく、竜巻等から防護された建屋内に設置されており、外部からの衝撃による損傷の防止対策の設計内容は変わらないことから、既工事計画から変更はない。
(第八八条) 立ち入りの防止	○	×	×	立ち入りの防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、立ち入りの防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第九九条) 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	×	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十十条) 急傾斜地の崩壊の防止	×	×	×	急傾斜地の崩壊の防止に対する要求であり、高浜発電所は、急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことから、急傾斜地の崩壊の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十一一条) 火災による損傷の防止	○	×	×	火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、火災による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十二二条) 発電用原子炉施設内における漏水等による設備の防止	○	×	×	漏水等による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、漏水等による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十三三条) 安全避難通路等	○	×	×	安全避難通路等については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、安全避難通路等に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十四四条) 安全設備	○	○	○	安全設備については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象条文である。
(第十五五条) 設計基準対象施設の機能	○	○	○	設計基準対象施設の機能については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象条文である。
(第十六六条) 全交流動力電源喪失対策設備	×	×	×	全交流動力電源喪失対策設備に対する要求であり、本設備は、全交流電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十七七条) 材料及び構造	×	×	×	設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十八八条) 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	×	×	クラス機器等使用中の亀裂等による破壊の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十九九条) 流体振動等による損傷の防止	×	×	×	燃料体、反材料等の流体振動等による損傷の防止に対する要求であり、本設備は、燃料体及び反材料並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十十条) 安全弁等	×	×	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十一一条) 耐圧試験等	×	×	×	クラス機器及び原子炉格納容器の耐圧試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器及び原子炉格納容器に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十二二条) 監視試験片	×	×	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、本設備は、容器の中性子照射による劣化に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十三三条) 炉心等	×	×	×	炉心等に対する要求であり、本設備は、炉心等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十四四条) 熱遮蔽材	×	×	×	熱遮蔽材に対する要求であり、本設備は、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十五五条) 1次冷却材	×	×	×	1次冷却材に対する要求であり、本設備は、1次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十六六条) 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	×	×	×	燃料取扱施設及び貯蔵施設に対する要求であり、本設備は、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十七七条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリに対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十八八条) 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十九九条) 1次冷却材処理装置	×	×	×	1次冷却材処理装置に対する要求であり、本設備は、1次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十十条) 逆止め弁	×	×	×	逆止め弁に対する要求であり、本設備は、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十一一条) 蒸気タービン	×	×	×	蒸気タービンに対する要求であり、本設備は、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十二二条) 非常用炉心冷却設備	×	×	×	非常用炉心冷却設備に対する要求であり、本設備は、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十三三条) 循環設備等	×	×	×	循環設備等に対する要求であり、本設備は、循環設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十四四条) 計測装置	×	×	×	計測装置に対する要求であり、本設備は、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十五五条) 安全保護装置	×	×	×	安全保護装置に対する要求であり、本設備は、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十六六条) 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	×	反応度制御系統及び原子炉停止系統に対する要求であり、本設備は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十七七条) 制御材駆動装置	×	×	×	制御材駆動装置に対する要求であり、本設備は、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十八八条) 原子炉制御室等	×	×	×	原子炉制御室等に対する要求であり、本設備は、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十九九条) 廃棄物処理設備等	×	×	×	廃棄物処理設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十十条) 廃棄物貯蔵設備等	×	×	×	廃棄物貯蔵設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十一一条) 放射性物質による汚染の防止	×	×	×	放射性物質による汚染の防止に対する要求であり、本設備は、放射性物質による汚染の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十二二条) 生体遮蔽等	×	×	×	生体遮蔽等に対する要求であり、本設備は、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十三三条) 換気設備	×	×	×	換気設備に対する要求であり、本設備は、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十四四条) 原子炉格納施設	×	×	×	原子炉格納施設に対する要求であり、本設備は、原子炉格納施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十五五条) 保安電源設備	○	○	○	要求事項が変更となっており、重要安全施設への電力供給に係る電気盤の保護継電器の設定変更後において、技術基準への適合性を確認する必要があるため、工事の内容(本申請内容)に関連し、審査対象条文である。
(第四十六六条) 緊急時対策所	×	×	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十七七条) 警報装置等	×	×	×	警報装置等に対する要求であり、本設備は、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十八八条) 準用	○	○	○	補助ボイラー、電気設備等の準用については、重要安全施設への電力供給に係る電気盤の保護継電器の追加に伴い、技術基準への適合性を確認する必要があるため、工事の内容(本申請内容)に関連し、審査対象条文である。

高浜4号機 設計及び工事計画認可申請に該当する技術基準規則の条文整理表(重大事故等対処設備)

○ 適用しない技術基準規則の条件が必要な条文
 × 設備として技術基準規則の条件が必要な条文
 ◎ 設計及び工事計画設計申請書で確認が必要となる条文
 * 設計及び工事計画設計申請書で確認が必要となる条文
 ○ 審査対象条文(設計及び工事計画設計申請書で確認が必要となる条文)
 * 審査対象条文(設計及び工事計画設計申請書で確認が必要となる条文)

技術基準規則	適用条文 ¹⁾	工事の内容に 関係するもの ²⁾	審査対象条文 ³⁾	理由(説明)
(第四十九条) 重大事故等対処施設の地盤	○	×	×	重大事故等対処施設の地盤については、平成27年10月9日付け原規発第1510091号にて認可の工事計画(以下、「既工事計画」という)において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、重大事故等対処施設の地盤は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十条) 地震による損傷の防止	○	×	×	重大事故等対処施設の地震による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の地震による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十一条) 津波による損傷の防止	○	×	×	重大事故等対処施設の津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の津波による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十二条) 火災による損傷の防止	○	×	×	重大事故等対処施設の火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の火災による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十三条) 特定重大事故等対処施設	×	×	×	特定重大事故等対処施設に対する要求であり、本設備は、特定重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十四条) 重大事故等対処設備	○	○	○	重大事故等対処設備については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象条文である。
(第五十五条) 材料及び構造	×	×	×	重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十六条) 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	×	×	クラス機器等の使用中の亀裂等による破壊の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十七条) 安全弁等	×	×	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十八条) 耐久試験等	×	×	×	クラス機器の耐久試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十九条) 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	×	×	緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備に対する要求であり、本設備は、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十一条) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十二条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十三条) 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	×	×	×	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備に対する要求であり、本設備は、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十四条) 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	×	×	×	原子炉格納容器内の冷却等のための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉格納容器内の冷却等のための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十五条) 原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備	×	×	×	原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十六条) 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	×	×	×	原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十七条) 水素爆発による原子炉格納容器の破壊を防止するための設備	×	×	×	水素爆発による原子炉格納容器の破壊を防止するための設備に対する要求であり、本設備は、水素爆発による原子炉格納容器の破壊を防止するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十八条) 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	×	×	×	水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備に対する要求であり、本設備は、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十九条) 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	×	×	×	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備に対する要求であり、本設備は、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十条) 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	×	×	×	工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に対する要求であり、本設備は、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十一条) 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	×	×	×	重大事故等の収束に必要な水の供給設備に対する要求であり、本設備は、重大事故等の収束に必要な水の供給設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十二条) 電源設備	○	×	×	電源設備については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、電源設備に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第七十三条) 計装装置	×	×	×	計装装置に対する要求であり、本設備は、計装装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十四条) 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	×	×	運転員が原子炉制御室にとどまるための設備に対する要求であり、本設備は、運転員が原子炉制御室にとどまるための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十五条) 監視測定設備	×	×	×	監視測定設備に対する要求であり、本設備は、監視測定設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十六条) 緊急時対策所	×	×	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十七条) 通信連絡を行うために必要な設備	×	×	×	通信連絡を行うために必要な設備に対する要求であり、本設備は、通信連絡を行うために必要な設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十八条) 準用	○	×	×	準用については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、準用に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。

大阪3号機 設計及び工事計画認可申請に該当する技術基準規則の条文整理表(設計基準対象施設)

注1 ○ 該当し、技術基準規則の適用が不適切な場合
 × 該当して技術基準規則の適用が不適切な場合
 注2 ○ 該当し、設計基準規則の適用が不適切な場合
 × 該当し、設計基準規則の適用が不適切な場合
 注3 ○ 審査対象施設(設計及び工事計画)の適用が不適切な場合
 × 審査対象施設(設計及び工事計画)の適用が不適切な場合

設計基準規則	原子力発電所(原子力発電所)			理由
	適用本文*	工事の内容に 関係しない	審査対象本文*	
(第四條) 設計基準対象施設の地盤	○	×	×	設計基準対象施設の地盤については、平成29年8月25日付け府規第17082/24号にて認可の工事計画(以下、「既工事計画」といふ)において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、設計基準対象施設の地盤は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第五條) 地震による損傷の防止	○	×	×	地震による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、地震による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第六條) 津波による損傷の防止	○	×	×	津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置の変更はなく、津波から防護された建屋内に設置されており、津波防護対策の設計内容は変わらないことから既工事計画から変更はない。
(第七條) 外部からの衝撃による損傷の防止	○	×	×	外部からの衝撃による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置の変更はなく、電巻等から防護された建屋内に設置されており、外部からの衝撃による損傷の防止対策の設計内容は変わらないことから、既工事計画から変更はない。
(第八條) 立ち入りの防止	○	×	×	立ち入りの防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、立ち入りの防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第九條) 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	×	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第十條) 急傾斜地の崩壊の防止	×	×	×	急傾斜地の崩壊の防止に対する要求であり、大飯発電所は、急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことから、急傾斜地の崩壊の防止に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第十一條) 火災による損傷の防止	○	×	×	火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、火災による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第十二條) 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	○	×	×	溢水等による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、溢水等による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第十三條) 安全避難通路等	○	×	×	安全避難通路等については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、安全避難通路等に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象本文とならない。
(第十四條) 安全設備	○	○	○	安全設備については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象本文である。
(第十五條) 設計基準対象施設の機能	○	○	○	設計基準対象施設の機能については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象本文である。
(第十六條) 全交流動力電源喪失対策設備	×	×	×	全交流動力電源喪失対策設備に対する要求であり、本設備は、全交流電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第十七條) 材料及び構造	×	×	×	設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第十八條) 使用中の電巻等による損傷の防止	×	×	×	クラス機器等の使用時の電巻等による損傷の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第十九條) 流体運動等による損傷の防止	×	×	×	燃料体、反射材等の流体運動等による損傷の防止に対する要求であり、本設備は、燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系に係る容器、管、ポンプ及び弁に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十條) 安全弁等	×	×	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十一條) 耐圧試験等	×	×	×	クラス機器及び原子炉格納容器の耐圧試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器及び原子炉格納容器に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十二條) 監視試験片	×	×	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、本設備は、容器の中性子照射による劣化に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十三條) 炉心等	×	×	×	炉心等に対する要求であり、本設備は、炉心等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十四條) 熱遮蔽材	×	×	×	熱遮蔽材に対する要求であり、本設備は、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十五條) 1次冷却材	×	×	×	1次冷却材に対する要求であり、本設備は、1次冷却材に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十六條) 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	×	×	×	燃料取扱施設や貯蔵施設に対する要求であり、本設備は、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十七條) 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリに対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十八條) 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・核出装置に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・核出装置に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第二十九條) 1次冷却材処理装置	×	×	×	1次冷却材処理装置に対する要求であり、本設備は、1次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十條) 逆止め弁	×	×	×	逆止め弁に対する要求であり、本設備は、逆止め弁に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十一條) 蒸気タービン	×	×	×	蒸気タービンに対する要求であり、本設備は、蒸気タービンに該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十二條) 非常用炉心冷却設備	×	×	×	非常用炉心冷却設備に対する要求であり、本設備は、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十三條) 循環設備等	×	×	×	循環設備等に対する要求であり、本設備は、循環設備等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十四條) 計測装置	×	×	×	計測装置に対する要求であり、本設備は、計測装置に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十五條) 安全保護装置	×	×	×	安全保護装置に対する要求であり、本設備は、安全保護装置に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十六條) 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	×	反応度制御系統及び原子炉停止系統に対する要求であり、本設備は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十七條) 制御材駆動装置	×	×	×	制御材駆動装置に対する要求であり、本設備は、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十八條) 原子炉制御室等	×	×	×	原子炉制御室等に対する要求であり、本設備は、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第三十九條) 廃棄物処理設備等	×	×	×	廃棄物処理設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十條) 廃棄物貯蔵設備等	×	×	×	廃棄物貯蔵設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十一條) 放射性物質による汚染の防止	×	×	×	放射性物質による汚染の防止に対する要求であり、本設備は、放射性物質による汚染の防止に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十二條) 生体遮蔽等	×	×	×	生体遮蔽等に対する要求であり、本設備は、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十三條) 換気設備	×	×	×	換気設備に対する要求であり、本設備は、換気設備に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十四條) 原子炉格納施設	×	×	×	原子炉格納施設に対する要求であり、本設備は、原子炉格納施設に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十五條) 保安電源設備	○	○	○	要求事項が変更となり、重要安全施設への電力供給に係る電気盤の保護継電器の設定値変更において、技術基準への適合性を確認する必要があるため、工事時の内容(本申請内容)に關係し、審査対象本文である。
(第四十六條) 緊急時対策所	×	×	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十七條) 警報装置等	×	×	×	警報装置等に対する要求であり、本設備は、警報装置等に該当しないため、審査対象本文とならない。
(第四十八條) 準用	○	○	○	補助ボイラー、電気設備等の準用については、重要安全施設への電力供給に係る電気盤の保護継電器の設置に伴い、技術基準への適合性を確認する必要があるため、工事時の内容(本申請内容)に關係し、審査対象本文である。

大版4号機 設計及び工事計画認可申請に該当する技術基準規則の条文整理表(設計基準対象施設)

※1 ○ 適用してはならないが、設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる。
 ※2 ○ 設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる。
 ※3 ○ 審査対象外(設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる)。
 ○ 適用してはならないが、設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる。
 ○ 設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる。
 ○ 審査対象外(設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる)。
 ○ 適用してはならないが、設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる。
 ○ 設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる。
 ○ 審査対象外(設計が適合性を確保している場合は、審査対象外となる)。

設計基準規則	高エネルギー炉設備			理由
	適用条文 ^{※1}	工事の内容に 関係する ^{※2}	審査対象条文 ^{※3}	
設計基準対象施設の地盤	○	×	×	設計基準対象施設の地盤については、平成29年6月25日付付原規発第170825号にて認可の工事計画(以下、「既工事計画」という)において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、設計基準対象施設の地盤は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
地震による損傷の防止	○	×	×	地震による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置に変更はなく、地震による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
津波による損傷の防止	○	×	×	津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置の変更はなく、津波から防護された建屋内に設置されており、津波防護対策の設計内容は変わらないことから既工事計画から変更はない。
外部からの衝撃による損傷の防止	○	×	×	外部からの衝撃による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本設備は設置位置の変更はなく、巻巻等から防護された建屋内に設置されており、外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計内容は変わらないことから、既工事計画から変更はない。
立ち入りの防止	○	×	×	立ち入りの防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、立ち入りの防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	×	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
急傾斜地の崩壊の防止	×	×	×	急傾斜地の崩壊の防止に対する要求であり、大飯発電所は、急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことから、急傾斜地の崩壊の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
火災による損傷の防止	○	×	×	火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、火災による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
漏水等による損傷の防止	○	×	×	漏水等による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、漏水等による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
安全避難通路等	○	×	×	安全避難通路等については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、安全避難通路等に係る設計は工事の内容(本申請内容)に關係しないため、審査対象条文とならない。
安全設備	○	○	○	安全設備については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象条文である。
設計基準対象施設の機能	○	○	○	設計基準対象施設の機能については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象条文である。
全交流動力電源喪失対策設備	×	×	×	全交流動力電源喪失対策設備に対する要求であり、本設備は、全交流電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
材料及び構造	×	×	×	設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
使用中の亀裂等による破壊の防止	×	×	×	クラス機器等を使用中の亀裂等による破壊の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象条文とならない。
燃料体、反射材等の流体振動等による損傷の防止	×	×	×	燃料体、反射材等の流体振動等による損傷の防止に対する要求であり、本設備は、燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
安全弁等	×	×	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
耐圧試験等	×	×	×	クラス機器及び原子炉格納容器の耐圧試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器及び原子炉格納容器に該当しないため、審査対象条文とならない。
監視試験片	×	×	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、本設備は、容器の中性子照射による劣化に該当しないため、審査対象条文とならない。
炉心等	×	×	×	炉心等に対する要求であり、本設備は、炉心等に該当しないため、審査対象条文とならない。
熱遮蔽材	×	×	×	熱遮蔽材に対する要求であり、本設備は、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
1次冷却材	×	×	×	1次冷却材に対する要求であり、本設備は、1次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
燃料取扱施設及び貯蔵施設	×	×	×	燃料取扱施設及び貯蔵施設に対する要求であり、本設備は、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリに対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないため、審査対象条文とならない。
原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
1次冷却材処理装置	×	×	×	1次冷却材処理装置に対する要求であり、本設備は、1次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
逆止め弁	×	×	×	逆止め弁に対する要求であり、本設備は、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
蒸気タービン	×	×	×	蒸気タービンに対する要求であり、本設備は、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
非常用炉心冷却設備	×	×	×	非常用炉心冷却設備に対する要求であり、本設備は、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
循環設備等	×	×	×	循環設備等に対する要求であり、本設備は、循環設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
計測装置	×	×	×	計測装置に対する要求であり、本設備は、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
安全保護装置	×	×	×	安全保護装置に対する要求であり、本設備は、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
反応制御系統及び原子炉停止系統	×	×	×	反応制御系統及び原子炉停止系統に対する要求であり、本設備は、反応制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
制御材駆動装置	×	×	×	制御材駆動装置に対する要求であり、本設備は、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
原子炉制御室等	×	×	×	原子炉制御室等に対する要求であり、本設備は、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。
廃棄物処理設備等	×	×	×	廃棄物処理設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
廃棄物貯蔵設備等	×	×	×	廃棄物貯蔵設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
放射性物質による汚染の防止	×	×	×	放射性物質による汚染の防止に対する要求であり、本設備は、放射性物質による汚染の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
生体遮蔽等	×	×	×	生体遮蔽等に対する要求であり、本設備は、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
換気設備	×	×	×	換気設備に対する要求であり、本設備は、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
原子炉格納施設	×	×	×	原子炉格納施設に対する要求であり、本設備は、原子炉格納施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
保安電源設備	○	○	○	要求事項が変更となり、重要安全施設への電力供給に係る電氣盤の保護継電器の設定値変更後において、技術基準への適合性を確認する必要があるため、工事の内容(本申請内容)に關連し、審査対象条文である。
緊急時対策所	×	×	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
警報装置等	×	×	×	警報装置等に対する要求であり、本設備は、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
補助ボイラ、電氣設備等の専用については、重要安全施設への電力供給に係る電氣盤の保護継電器の追設に伴い、技術基準への適合性を確認する必要があるため、工事の内容(本申請内容)に關連し、審査対象条文である。	○	○	○	

大飯4号機 設計及び工事計画認可申請に該当する技術基準規則の条文整理表(重大事故等対処設備)

注1 ○ 設置又は設置変更の義務がある条文
 * 設置してはならない等の義務がない条文
 注2 ○ 設計及び工事計画認可申請書で確認が必要である
 * 設計及び工事計画認可申請書で確認が不要である
 注3 ○ 審査対象条文(設計及び工事計画認可申請書で確認が必要である条文)
 * 審査対象外条文(設計及び工事計画認可申請書で確認が不要である条文)

技術基準規則	高エネルギー炉内設備分類			備考(設計)
	炉内設備*	工事の内容に 関係するもの*	審査対象条文**	
(第四十九条) 重大事故等対処施設の地盤	○	×	×	重大事故等対処施設の地盤については、平成29年6月25日付付原規発第1708255号にて認可の工事計画(以下、「既工事計画」という)において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の地盤は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十条) 地震による損傷の防止	○	×	×	重大事故等対処施設の地震による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の地震による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十一条) 津波による損傷の防止	○	×	×	重大事故等対処施設の津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の津波による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十二条) 火災による損傷の防止	○	×	×	重大事故等対処施設の火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、重大事故等対処施設の火災による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五十三条) 特定重大事故等対処施設	×	×	×	特定重大事故等対処施設に対する要求であり、本設備は、特定重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十四条) 重大事故等対処設備	○	○	○	重大事故等対処設備については、既工事計画において適合性が確認されているが、工事の内容(本申請内容)がその適合性に影響を与えないことを確認する必要があるため、審査対象条文である。
(第五十五条) 材料及び構造	×	×	×	重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十六条) 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	×	×	クラス機器等の使用中の亀裂等による破壊の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十七条) 安全弁等	×	×	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十八条) 耐圧試験等	×	×	×	クラス機器の耐圧試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第五十九条) 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	×	×	緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備に対する要求であり、本設備は、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十一条) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十二条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十三条) 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	×	×	×	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備に対する要求であり、本設備は、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十四条) 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	×	×	×	原子炉格納容器内の冷却等のための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉格納容器内の冷却等のための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十五条) 原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備	×	×	×	原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十六条) 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	×	×	×	原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に対する要求であり、本設備は、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十七条) 水素爆発による原子炉格納容器の破壊を防止するための設備	×	×	×	水素爆発による原子炉格納容器の破壊を防止するための設備に対する要求であり、本設備は、水素爆発による原子炉格納容器の破壊を防止するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十八条) 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	×	×	×	水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備に対する要求であり、本設備は、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第六十九条) 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	×	×	×	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備に対する要求であり、本設備は、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十条) 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	×	×	×	工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に対する要求であり、本設備は、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十一条) 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	×	×	×	重大事故等の収束に必要な水の供給設備に対する要求であり、本設備は、重大事故等の収束に必要な水の供給設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十二条) 電源設備	○	×	×	電源設備については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、電源設備に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第七十三条) 計装装置	×	×	×	計装装置に対する要求であり、本設備は、計装装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十四条) 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	×	×	運転員が原子炉制御室にとどまるための設備に対する要求であり、本設備は、運転員が原子炉制御室にとどまるための設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十五条) 監視測定設備	×	×	×	監視測定設備に対する要求であり、本設備は、監視測定設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十六条) 緊急時対策所	×	×	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十七条) 通信連絡を行うために必要な設備	×	×	×	通信連絡を行うために必要な設備に対する要求であり、本設備は、通信連絡を行うために必要な設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第七十八条) 準用	○	×	×	準用については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、準用に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。

非常用 DG 給電時の HEAF 事象への発電所内事故対応に係る運用について

1. はじめに

本資料は、非常用 DG 給電時での片系において HEAF が発生した場合の発電所内事故対応について、整理したものである。まず、非常用 DG 給電時の HEAF 事象のケース分類を 2. で整理し、3. で発電所内事故対応を整理する。

2. 条件設定及び想定事故ケースについて

事故ケースを考えるための前提条件を以下の通り示す。

- ・外電は復旧しない
- ・長時間（30日間以上とする）冷却を継続する
- ・A系非常用電源系 HEAF 事故（メタクラ）
- ・B系非常用電源系 事故対応中（設計基準事故）

想定事故ケース及び必要な復旧対応について、以下の通り HEAF 事故程度を 3 パターン（A:軽微のもの、B:中度のもの、C:重度のもの）で整理した。

<A:故障程度：軽微>

(1)事故ケース

- ①遮断器は損傷あり
- ②盤側 1 次ジャンクションは損傷なし（機器表面に若干量の煤等が付着）
- ③遮断器室内の機器、配線類は損傷なし（機器表面に若干量の煤等が付着）
- ④筐体は損傷なし

(2)復旧対応

- ①事故遮断器を予備遮断器に取替え

<B:故障程度：中度>

(1)事故ケース

- ①遮断器は損傷あり
- ②盤側 1 次ジャンクションは損傷あり
- ③遮断器室内の機器、配線類は損傷あり
- ④筐体は損傷なし
- ⑤遮断器室以外のコンパートメントは損傷なし

(2)復旧対応

- ①事故遮断器を予備遮断器に取替え
- ②盤側 1 次ジャンクションを取替え
- ③遮断器室内の機器、配線類は全て取替え

<C:故障程度：重度>

(1)事故ケース

- ①遮断器は損傷あり
- ②盤側 1 次ジャンクションは損傷あり
- ③遮断器室内の機器、配線類は損傷あり
- ④筐体は損傷あり
- ⑤遮断器室以外のコンパートメントは損傷あり

(2)復旧対応

- ①事故遮断器を予備遮断器に取替え
- ②盤側 1 次ジャンクションを取替え
- ③遮断器室内の機器、配線類は全て取替え
- ④盤毎取替え

A~C の事故ケースに係る復旧に必要な期間を以下に整理した。

メタクラの点検にかかる期間 合計：約 2 日

- ・系統隔離：約 2 時間 (DB 事故対応以外の発電室員による対応)
- ・HEAF 事故側の非常用ディーゼル発電機の隔離 (CS 等)
- ・HEAF 事故側しゃ断器制御用の直流電源の隔離 (NFB)
- ・消防による鎮火確認 (系統隔離 2 時間以内含まれるものとする)
- ・鎮火確認後、しゃ断器引き出し
- ・メーカー派遣：約 5 時間
- ・保修課員／メーカーによる損傷範囲の把握：約 1 日
(外観目視、絶縁抵抗測定、開閉動作試験等)

メタクラの復旧にかかる期間 (上記の点検にかかる期間を含めて合計期間を記載。)

<A:故障程度：軽微> 合計：約 6 日

- ・メタクラの点検に係る期間 (再掲)：約 2 日
- ・遮断器損傷⇒予備と交換^{*1} (事故対応に使用しない遮断器含む)：約 1 時間
- ・母線等の点検⇒母線、盤内配線の清掃等：約 2 日
- ・機能試験 (絶縁抵抗測定、開閉動作試験等)：約 2 日

<B:故障程度：中度> 合計：約 2 ヶ月

- ・メタクラの点検に係る期間 (再掲)：約 2 日
- ・遮断器損傷⇒予備と交換^{*1} (事故対応に使用しない遮断器含む)：約 1 時間
- ・母線損傷⇒部分取替^{*2}：工場製作等約 2 ヶ月、取替約 1 週間
- ・機能試験 (絶縁抵抗測定、開閉動作試験等)：約 2 日

<C:故障程度：重度> **合計：8ヶ月以上**

- ・メタクラの点検に係る期間（再掲）：約2日
- ・盤全体損傷⇒盤取替^{※2}：工場製作約8ヶ月、取替約1週間
- ・高圧ケーブル損傷⇒工場製作：約6ヶ月、取替約2週間
- ・機能試験（絶縁抵抗測定、開閉動作試験、保護継電器・CT試験等）：約2週間

※1：遮断器の予備について、DB事故対応していない遮断器の一例として、大飯3，4号機ではA系B系それぞれで2トレンある原子炉補機冷却ポンプ用の片トレンの遮断器を適用できる。（高浜3，4号機についても同様。）

※2：盤側1次ジャンクションは予備と交換できる前提。盤側1次ジャンクションの予備については、DB事故対応していない盤側1次ジャンクションを適用でき、大飯3，4号機では遮断器と同様、A系B系それぞれで2トレンある原子炉補機冷却ポンプ用の片トレンの盤側1次ジャンクションを適用できる。（高浜3，4号機についても同様。）

3. 発電所内事故対応（緊急時活動レベル（EAL）判断等）について

2. で非常用DG給電時のHEAF事象のケースを分類して検討した復旧期間と緊急時活動レベル（EAL）判断時期について整理する。

原子力災害対策指針の緊急事態区分を判断する基準については、表1の通り、警戒事態を判断するEAL（AL）は非常用母線の1系統喪失が15分継続であり、原災法第10条に基づく通報の判断基準、施設敷地緊急事態を判断するEAL（SE）は非常用母線の2系喪失、30分継続である。（ALとSEの判断基準のイメージについては図1参照。）

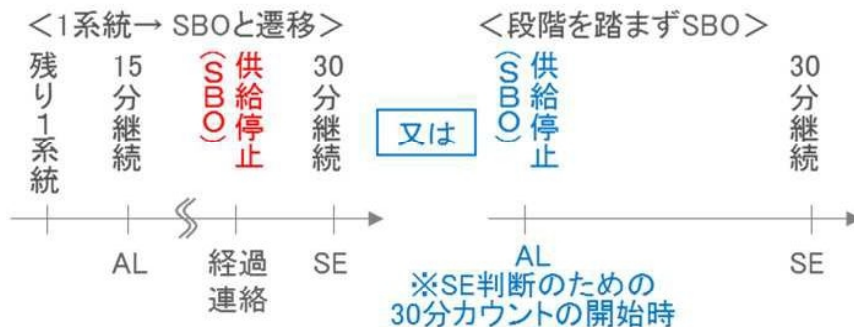


図1 緊急時活動レベル（EAL）判断 イメージ図

よって、設計基準事故発生時に非常用母線1系統がHEAFにより機能喪失した場合、15分以内の復旧は困難であることから警戒事態（AL）には至る。仮に残りの非常用母線1系統の非常用DGが何らかの理由で機能喪失した場合、SA用として配備している空冷DGから30分以内に給電可能な設計となっていることから、表1にも記載の通り、原災法第10条（SE）、15条（GE）事象には至らない。

表1 2. 加圧水型軽水炉（実用発電用のものに限る。）に係る原子炉の運転等のための施設

（原子力災害対策指針の緊急事態区分を判断する基準等の解説（令和2年2月5日施行 原子力規制委員会）抜粋）

(1) 警戒事態を判断するEAL (AL)	(2) 原災法第10条に基づく通報の判断基準、施設敷地緊急事態を判断するEAL (SE)	(3) 原災法第15条に基づく原子力緊急事態宣言の判断基準、全面緊急事態を判断するEAL (GE)
<p>④<電源供給機能の異常（その1：交流電源喪失）> <u>非常用交流母線が一となった場合において当該非常用交流母線に電気を供給する電源が一となる状態が15分間以上継続すること、全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止すること、又は外部電源喪失が3時間以上継続すること。</u> （解説） <u>非常用交流母線からの電気の供給が停止するという深刻な状態又はそのおそれがある状態であることから、警戒事態の判断基準とする。</u> <u>また、外部電源が喪失している状況が継続する場合についても、交流電源の喪失に至る可能性があることから、警戒事態の判断基準とする。</u> 「非常用交流母線」とは、重大事故等の防止に必要な電気を供給する交流母線のことをいう（以下この表において同じ。）。 「全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止」とは、全ての非常用交流母線が外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの受電に失敗し、かつ、常設代替電源設備から受電ができていないことをいう。 なお、常用交流母線からのみ電気が供給される場合も本事象に該当する（以下この表において同じ。）。</p>	<p>③<電源供給機能の異常（その1：交流電源喪失）> <u>全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が30分間以上継続すること。</u> （解説） 上記の場合、タービン動補助給水ポンプ等の交流電源を必要としない設備によって原子炉は冷却されるが、事象の重大性に鑑み、施設敷地緊急事態の判断基準とする。 <u>なお、重大事故等の防止に必要な電力の供給を行うための非常用の発電機（原子力事業所内の全ての代替電源設備を含む。）が30分以内に接続され、非常用交流母線からの電気の供給が行われるのであれば、施設敷地緊急事態の判断基準とはならない。</u></p>	<p>⑤<電源供給機能の異常（その1：交流電源喪失）> <u>全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が1時間以上継続すること。</u> （解説） 上記の場合、電源供給機能の回復に時間を要している状態であり、この状態が継続すれば炉心の損傷に至る可能性が高いことから、全面緊急事態の判断基準とする。 <u>なお、重大事故等の防止に必要な電力の供給を行うための非常用の発電機（原子力事業所内の全ての代替電源設備を含む。）が1時間以内に接続され、非常用交流母線からの電気の供給が行われるのであれば、全面緊急事態の判断基準とはならない。</u></p>

4. まとめ

A~Cの事故ケースをケーススタディーしたところ、軽微なものであっても、復旧には6日程度必要となる。中度となると2ヶ月程度、重度となると8ヶ月以上の復旧期間を有することとなる。そのため、非常用母線の1系統喪失が15分継続でALは発出され、空冷DGは待機していることからSEへの進展はなく、約6日間に復旧が可能となればAL復旧となる。SBOへ進展した場合は、復旧作業は継続するものの空冷DGへ期待する。

以上

非常用D/G給電時における高エネルギーアーク損傷対策工事における「工事の方法」の該当箇所について

項目	対象要否	該当箇所の補足説明
1. 工事の手順		
図1(設置又は変更の工事における工事の手順と検査)	○	今回のHEAF対策工事については、全ての検査は発電所で実施する検査となる。 今回の申請対象機器に関して、技術上の基準※に適合しているか確認するため、「構造、強度又は漏えいに係る検査」と「機能又は性能に係る検査」を実施する。 ※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
図2(主要な耐圧部の溶接に係る工事の手順と検査)	—	主要な耐圧部の溶接に係る検査が発生しないため対象外。
図3(燃料体に係る工事の手順と検査)	—	燃料体に係る工事が発生しないため対象外。
2. 使用前事業者検査の方法		
2.1.1 構造、強度又は漏えいに係る検査		
材料検査	—	材料、寸法に係る検査が発生しないため対象外。
寸法検査	—	
外観検査	○	50保護リレーに係る検査が該当する。
組立て及び据付け状態を確認する検査(据付検査)	○	
状態確認検査	—	状態確認検査、耐圧、漏えいに係る検査が発生しないため対象外。
耐圧検査	—	
漏えい検査	—	
原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査	—	CV施設が直接設置される対象がないため対象外。
建物・構築物の構造を確認する検査	—	建物・構築物の構造を確認する検査が発生しないため対象外。
2.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る検査	—	主要な耐圧部の溶接に係る検査が発生しないため対象外。
2.1.3 燃料体に係る検査	—	燃料体に係る検査が発生しないため対象外。
2.2 機能又は性能に係る検査		
2.2.1 燃料体を挿入できる段階の検査	—	当該段階に係る検査が発生しないため対象外。
2.2.2 臨界反応操作を開始できる段階の検査	—	当該段階に係る検査が発生しないため対象外。
2.2.3 工事完了時の検査	○	非常用ディーゼル発電機受電遮断器でのHEAF対策として、短絡電流の遮断時間がHEAF火災のしきい値以下となっていることを確認する検査が該当する。
2.3 基本設計方針検査	—	基本設計方針のうち表1、表4、表5、表6で確認できない事項はないため対象外。
2.4 品質マネジメントシステムに係る検査	○	今回の工事計画に示すプロセスの通り実施していることを確認するため、「品質マネジメントシステムに係る検査」を実施する。

項目	対象要否	該当箇所の補足説明
3. 工事上の留意事項		
3.1 設置又は変更の工事に係る工事上の留意事項		
a. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、周辺資機材、他の発電用原子炉施設及び環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。	○	工事における一般的な留意事項であるため、該当する。
b. 工事にあたっては、既設の安全上重要な機器等へ悪影響を与えないよう、現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、作業に潜在する危険性又は有害性や工事用資機材から想定される影響を確認するとともに、隔離、火災防護、溢水防護、異物侵入防止対策、作業管理等の必要な措置を講じる。	○	
c. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。	○	
d. プラントの状況に応じて、検査・試験、試運転等の各段階における工程を管理する。	○	
e. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるように製造から供用開始までの間、維持する。	○	
f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。	—	今回の工事計画は、管理区域内での工事はないため、該当しない。
g. 現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、放射線業務従事者に対して防護具の着用や作業時間管理等適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。また、公衆の放射線防護のため、気体及び液体廃棄物の放出管理については、周辺管理区域外の空気中・水中の放射性物質濃度が「線量限度等を定める告示」に定める値を超えないようにするとともに、放出管理目標値を超えないように努める。	—	
h. 修理の方法は、基本的に「図1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー(燃料体を除く)」の手順により行うこととし、機器等の全部又は一部について、撤去、切断、切削又は取外しを行い、据付、溶接又は取付け、若しくは同等の方法により、同等仕様又は性能・強度が改善されたものに取替を行う等、機器等の機能維持又は回復を行う。また、機器等の一部撤去、一部撤去の既設端部について閉止板の取付け、蒸気発生器、熱交換器又は冷却器の伝熱管への閉止栓取付け若しくは同等の方法により適切な処置を実施する。	—	
i. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。	—	今回の工事計画は、特別な工法は採用しないため、該当しない。
3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項	—	燃料体の加工に係る作業がないため対象外。

50 保護リレーの「準用」要求に対する考え方について

1. はじめに

本資料は、資料 3 「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」において追設する 50 保護リレーが技術基準規則第 48 条にて準用している「原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準」に適合していることを確認していることから、50 保護リレーの「準用」要求に対する考え方について整理するものである。

2. 追設する 50 保護リレーの「準用」要求に対する考え方について

技術基準規則第 48 条第 4 項には、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める省令第四条から第十六条まで、第十九条から第二十八条まで及び第三十条から第三十五条までの規定は、設計基準対象施設に施設する電気設備について準用する。」と記載されており、今回追設する 50 保護リレーは、電気設備に該当することから本条文が適用される。

今回の追設する対象は、電気設備である 50 保護リレー及びその回路であり、既工認における「その他電気設備」と同様の設計とすることで、基準適合性を確保する。

3. 電気盤に附属する保護リレーについて

追設する 50 保護リレーと同様の保護リレーの現場写真を図 1 に示す。拡大図に示す保護リレーが本工事計画ではディーゼル発電機盤に設置される。



保護リレー拡大図

図 1 電気盤に設置する保護リレーの例

以上