

女川原子力発電所2号炉 保安電源設備について (審査会合コメント回答)

令和元年 5月30日
東北電力株式会社

1. 審査会合での指摘事項
2. 指摘事項に対する回答

1. 審査会合での指摘事項

番号	審査 会合日	指摘事項の内容	回答頁
1	H30.3.29	女川地点で「送電用支持物設計標準」の値以上(風速40m/s以上)を記録した実績の有無を確認すること。	3,4
2	H30.3.29	外電喪失時の燃料確保に関し, 非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の記載を適正化すること。	5~7

指摘事項

○女川地点で「送電用支持物設計標準」の値以上(風速40m/s以上)を記録した実績の有無を確認すること。

回答

○JEC-127-1979「送電用支持物設計標準」で設計上考慮すべき風速を超えた実績はないことを確認した。

- ▶ 女川原子力発電所に接続する送電線等の経過地周辺における気象観測所を図1-1のとおり抽出した。
- ▶ 対象気象観測所における過去の最大風速は、気象データ(出典:気象庁HP)より、石巻気象観測所の最大風速(10分間平均)は27.4m/s、最大瞬間風速(3秒間平均)は41.2m/sであった。



図1-1 送電線経過地周辺の対象気象観測所

表1-1 各気象観測所における風速一覧

気象観測所 (風速計高さ)	最大風速m/s (観測日), [統計期間]	最大瞬間風速m/s (観測日), [統計期間]
女川 (5.5m)	13.8 (2016/8/22) [2011年5月 ~ 2019年3月]	31.5 (2017/9/18) [2011年5月 ~ 2019年3月]
石巻 (28.6m)	27.4 (1958/9/27) [1887年9月 ~ 2019年3月]	41.2 (2002/10/1) [1940年1月 ~ 2019年3月]
東松島 (5.5m)	17.1 (2013/3/10) [2011年9月 ~ 2019年3月]	27.5 (2013/4/8) [2011年9月 ~ 2019年3月]
鹿島台 (10m)	18.6 (2013/3/2) [1976年12月 ~ 2019年3月]	32.3 (2016/8/22) [2009年1月 ~ 2019年3月]
塩釜 (10m)	16 / 16 (1979/3/31) / (1981/8/23) [1976年11月 ~ 2019年3月]	28.0 (2018/10/1) [2009年1月 ~ 2019年3月]
大衡 (10m)	16 (1979/3/31) [1976年12月 ~ 2019年3月]	26.4 (2018/10/1) [2009年1月 ~ 2019年3月]

【参考】用語

- 風速 …… 10分間平均風速を指す。
- 最大風速 …… 10分間平均風速の最大値。
- 瞬間風速 …… 風速計の測定値(0.25秒間隔)を3秒間平均した値。
- 最大瞬間風速 …… 瞬間風速の最大値。

- JEC-127-1979「送電用支持物設計標準」(以下、JECという)では、女川原子力発電所に接続する送電線等の経過地における地上高さ10mの風速は表1-2のとおり。
- 各気象観測所の風速計の設置高さを考慮し、JECに基づく手法で地上10m高さにおける風速に換算した結果、表1-3のとおり最大風速24.1m/s、及び最大瞬間風速36.2m/sとなった。
- 以上より、JECで設計上考慮すべき風速を超える観測実績はないことを確認した。

表1-2 JEC127-1979送電用支持物設計標準における
限界風速(地上高10m)

想定荷重条件			速度圧	限界風速(m/s)	
			kgf/m ²	10分間	瞬間
強風時	高温季	VI	100	28.1	40.8
	低温季	VI	100	27.0	39.2

表1-3 各気象観測所における風速一覧
(地上高10m換算)

気象観測所 地上10m高さ換算	最大風速	最大瞬間風速
	m/s	m/s
女川	14.9	34.0
石巻	24.1	36.2
東松島	18.5	29.7
鹿島台	18.6	32.3
塩釜	16	28.0
大衡	16	26.4

表1-3は、表1-1の観測風速をJEC手法に基づき、
上空逡増 = $(h/h_0)^{1/n}$ として、地上10m高さの風速に換算したもの

ここに、h=気象観測所における風速計の設置高さ[m]
h₀=10m(JEC127-1979における基準地上高さ)
n=8

指摘事項

○外電喪失時の燃料確保に関し、非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の記載を適正化すること。

回答

○外部電源喪失を伴う運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時に軽油タンクの単一故障が同時発生した場合であっても、必要な機能を維持できる設計である。

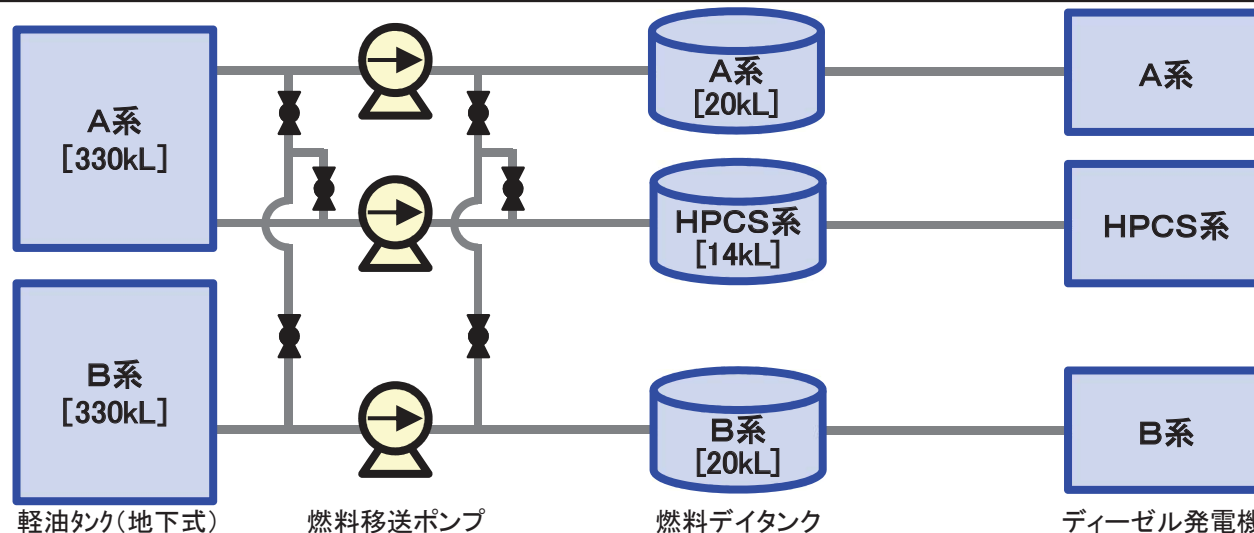
➤ 非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の燃料消費量並びに燃料タンク構成図は以下のとおり。

非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の燃料消費量(定格運転7日間想定)

$$\begin{aligned} V_{A系} &= N \times C \times 1.03^* \times H / \gamma \\ &= (6100 \times 0.2293 \times 1.03 \times 168) / 830 \\ &= 291.61 \div \text{約} 292 \text{ (kL)} \quad (V_{B系} \text{ は } V_{A系} \text{ と同じ}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{HPCS系} &= N \times C \times 1.03^* \times H / \gamma \\ &= (3000 \times 0.2400 \times 1.03 \times 168) / 830 \\ &= 150.11 \div \text{約} 151 \text{ (kL)} \end{aligned}$$

$V_{A系}$, $V_{B系}$: 非常用ディーゼル発電機燃料消費量
 $V_{HPCS系}$: 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料消費量
 N: 機関定格出力(kW)=6100(A/B系), 3000(HPCS系)
 C: 燃料消費率(kg/kW・h)=0.2293(A/B系), 0.2400(HPCS系)
 H: 運転時間(h)=168(7日間)
 γ : 燃料油密度(kg/m³)=830
 * 設計裕度として3%を考慮



2. 指摘事項に対する回答

【No.2】(2/3)

P6

- ▶ 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を以下の表のとおり網羅的に抽出した。
外部電源の喪失を仮定し、非常用電源が要求される事象について、対応①～③に分類した。

表2-1 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時における外部電源の有無について

添付書類十(項目)	事象概要	外部電源	対応
2. 運転時の異常な過渡変化			
2.3.1 炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化			
2.3.1.1 原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	・「原子炉周期短」信号により原子炉スクラム	有り	—
2.3.1.2 出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	・「制御棒引き抜き阻止」信号により事象収束後、通常運転復帰または通常停止	有り	—
2.3.2 炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化			
2.3.2.1 原子炉冷却材流量の部分喪失	・PLRポンプ1台トリップ、もう1台は運転継続	有り	—
2.3.2.2 原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	・PLRポンプが誤起動	有り	—
2.3.2.3 外部電源喪失	・外部電源喪失により給水系が停止し原子炉水位低(レベル3)等で原子炉スクラム ・RCICでの原子炉注水後、SRVIによる減圧、RHRによるSHC	無し	①
2.3.2.4 給水加熱喪失	・給水加熱喪失後、給水系の運転が継続することから発生する事象	有り	—
2.3.2.5 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	・RFCの誤作動によりPLRポンプ速度が上昇することを想定した事象	有り	—
2.3.3 原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化			
2.3.3.1 負荷の喪失	・電力系統事故等による発電機負荷遮断 ・非常用DGIによる対応は「2.3.2.3 外部電源喪失」と同様	無し	①
2.3.3.2 主蒸気隔離弁の誤閉止	・主蒸気隔離弁の閉止により、タービン駆動原子炉給水ポンプ速度が低下し、原子炉水位低下	有り	—
2.3.3.3 給水制御系の故障	・給水制御系の故障等による給水流量上昇	有り	—
2.3.3.4 原子炉圧力制御系の故障	・EHCの故障等による主蒸気流量の変化	有り	—
2.3.3.5 給水流量の全喪失	・給水喪失発生後、L-2でPLRトリップ	有り	—
3. 設計基準事故			
3.2 原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化			
3.2.1 原子炉冷却材喪失	・出力運転中に冷却材が系外に流出 ・非常用DGIによる対応は、短期冷却による炉心再冠水、長期冷却	無し	③
3.2.2 原子炉冷却材流量の喪失	・PLRポンプ2台の駆動電源喪失 ・非常用DGIによる対応は「2.3.2.3 外部電源喪失」と同様	無し	①
3.2.3 原子炉冷却材ポンプの軸固着	・PLRポンプ1台の軸固着による炉心流量急減	有り	—
3.3 反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化			
3.3.1 制御棒落下	・制御棒が炉心から落下 ・外部電源の有無により評価結果が変わらないが、外部電源喪失を仮定した場合の非常用DGIによる対応は「2.3.2.3 外部電源喪失」と同様	無し	①
3.4 環境への放射性物質の異常な放出			
3.4.1 放射性気体廃棄物処理施設の破損	・OG系の一部破損	有り	—
3.4.2 主蒸気管破断	・格納容器外での主蒸気管破断 ・非常用DGIによる対応は「2.3.2.3 外部電源喪失」と同様	無し	①
3.4.3 燃料集合体の落下	・燃料交換時に燃料集合体が落下、破損 ・外部電源の有無により評価結果が変わらず、SGTSにより対応	無し	②
3.4.4 原子炉冷却材喪失	・「3.2.1 原子炉冷却材喪失」と同様	無し	③
3.4.5 制御棒落下	・「3.3.1 制御棒落下」と同様	無し	①
3.5 原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化			
3.5.1 原子炉冷却材喪失	・「3.2.1 原子炉冷却材喪失」と同様	無し	③
3.5.2 可燃性ガスの発生	・「3.2.1 原子炉冷却材喪失」と同様	無し	③

2.3.1.3 燃料貯蔵設備

- それぞれの対応に対する非常用ディーゼル発電機の必要台数
 1. 対応①(運転時における外部電源喪失)について

外部電源喪失時は、停止時冷却モード及び原子炉隔離時冷却モードの運転機器を主とする。RCICの運転は最長でも2時間程度であることから区分Ⅰ蓄電池にて対応可能であり、この場合、少なくとも非常用ディーゼル発電機1台の継続運転が要求される。
 2. 対応②(燃料交換時における外部電源喪失)について

燃料交換時における燃料集合体の落下は、SGTSにより対応を行う。この場合、少なくとも非常用ディーゼル発電機1台の継続運転が要求される。
 3. 対応③(運転時における原子炉冷却材喪失を伴う外部電源喪失)について

ECCSの運転モードは、短期冷却と長期冷却の2つの冷却モードに分類され、非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転台数は冷却モードに応じ決定される。

 - ・短期冷却モード(事故発生から炉心再冠水まで)

事故後10分までは少なくとも非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち2台の継続運転が要求される。
 - ・長期冷却モード(炉心再冠水以降)

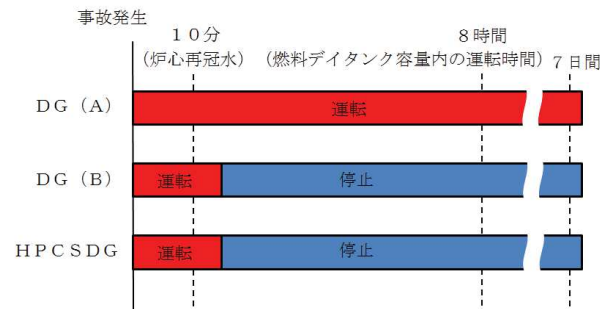
少なくとも非常用ディーゼル発電機1台の継続運転が要求される。
- ディーゼル発電機の燃料貯蔵について

非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の燃料は、燃料デイトank及び軽油タンクに貯蔵されている。

 - ・燃料デイトank

非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機がそれぞれ定格出力で8時間以上運転できる容量を有し、ディーゼル発電機毎に1基ずつ設置している。(非常用ディーゼル発電機11.5時間、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機15.6時間分の容量)
 - ・軽油タンク

非常用ディーゼル発電機1台が7日間定格運転できる容量を2系列有している。軽油タンクは、非常用ディーゼル発電機(A)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の共用を1系列、非常用ディーゼル発電機(B)専用を1系列設置している。
- 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時における非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転状況は図2-2のとおり(区分Ⅰを使用すると仮定した場合)であり、軽油タンク1系列が使用できない場合でも、残り1系列で7日間対応可能な容量を有する。



2.3.1.3 燃料貯蔵設備

図2-2 事故収束対応時の非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転状況