

# 女川原子力発電所2号炉 保安電源設備について

---

平成30年3月29日  
東北電力株式会社

# 目次

1. 適合のための基本方針
2. 保安電源設備の概要
3. 発電所構内における電気系統の信頼性(安全施設の保護装置)
4. 1相開放故障への対策について
5. 電路の独立性
6. 送電線の信頼性
7. 複数号炉を設置する場合における電力供給確保
8. 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保

# 1. 適合のための基本方針(1/2)

「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」第三十三条（「実用発電用原子炉及び附属施設の技術基準に関する規則」第四十五条）において、追加要求事項である第三十三条第3～8項に対する基本方針を以下に示す。

設置許可基準	適合のための基本方針	頁
<p>3 保安電源設備(安全施設へ電力を供給するための設備をいう。)は、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。</p>	<p>保安電源設備は、安全施設への電力の供給が停止することがないように、機器の損傷、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止する設計。</p>	<p>6～9</p>
<p>4 設計基準対象施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は、それぞれ互いに独立したものであって、当該設計基準対象施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該設計基準対象施設を電力系統に連系するものでなければならない。</p>	<p>本発電所の送電線は、275kV送電線4回線及び66kV送電線1回線の合計5回線で電力系統に連系。 275kV送電線4回線は、牡鹿幹線2回線、松島幹線2回線の2ルートでそれぞれ石巻変電所、宮城中央変電所に、66kV送電線1回線は、塚浜支線(鮎川線1号を一部含む)1回線の1ルートで女川変電所に接続され、それぞれ互いに独立。</p>	<p>10</p>
<p>5 前項の電線路のうち少なくとも一回線は、設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できるものでなければならない。</p>	<p>275kV送電線の牡鹿幹線2回線及び松島幹線2回線並びに66kV送電線の塚浜支線(鮎川線1号を一部含む)1回線は、互いに物理的に分離した設計としており、全ての送電線が同一の送電鉄塔に架線されている箇所はない。</p>	<p>11～14</p>

# 1. 適合のための基本方針(2/2)

設置許可基準	適合のための基本方針	頁
<p>6 設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の工場等の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないものでなければならない。</p>	<p>275kV送電線1回線又は66kV送電線1回線で原子炉を安全に停止するための電力を受電できる設計。 275kV送電線4回線はタイラインで接続されており、さらに66kV送電線1回線が非常用所内電源系に接続されていることから、いずれの2回線が喪失した場合においても電力系統から原子炉を安全に停止するための電力を受電することができる。</p>	15～19
<p>7 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。</p>	<p>非常用電源設備及びその附属設備は、非常用炉心冷却系の区分に応じて独立分離して各系統に接続し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において、その機能を確保するために十分な容量を有する設計。</p>	20～23
<p>8 設計基準対象施設は、他の発電用原子炉施設に属する非常用電源設備及びその附属設備から受電する場合には、当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しないものでなければならない。</p>	<p>非常用所内電源系は、当該原子炉施設での専用の設備により構成しており、他の原子炉施設との共用をしない設計。</p>	20

## 2. 保安電源設備の概要

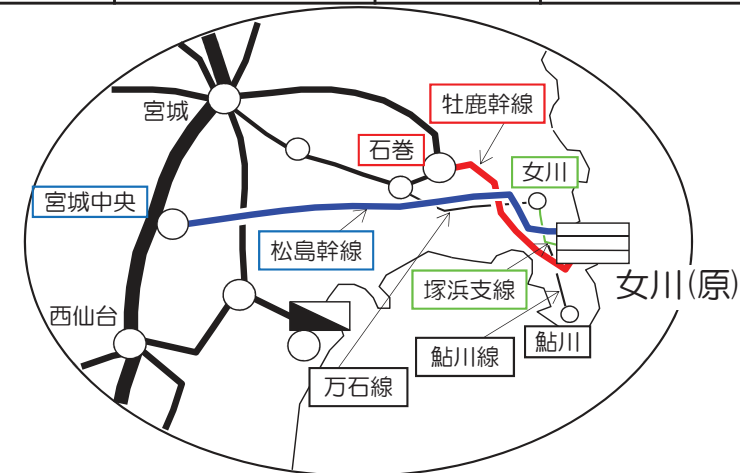
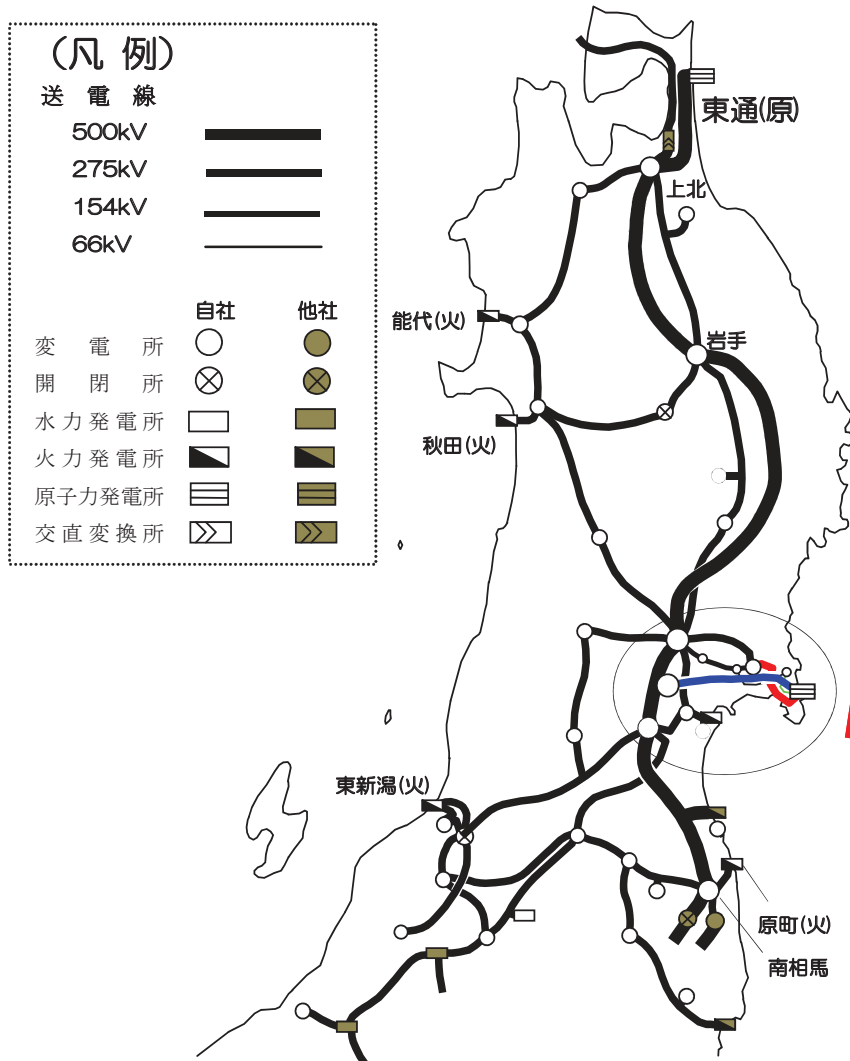
### (1) 電力系統の概要

○本発電所の送電線は、275kV送電線4回線及び66kV送電線1回線の合計5回線で電力系統に連系。

○275kV送電線4回線は、牡鹿幹線2回線，松島幹線2回線の2ルートでそれぞれ石巻変電所，宮城中央変電所に，66kV送電線1回線は，塚浜支線1回線（鮎川線1号を一部含む）の1ルートで女川変電所に接続され，それぞれ互いに独立。

送電線の亘長(参考)

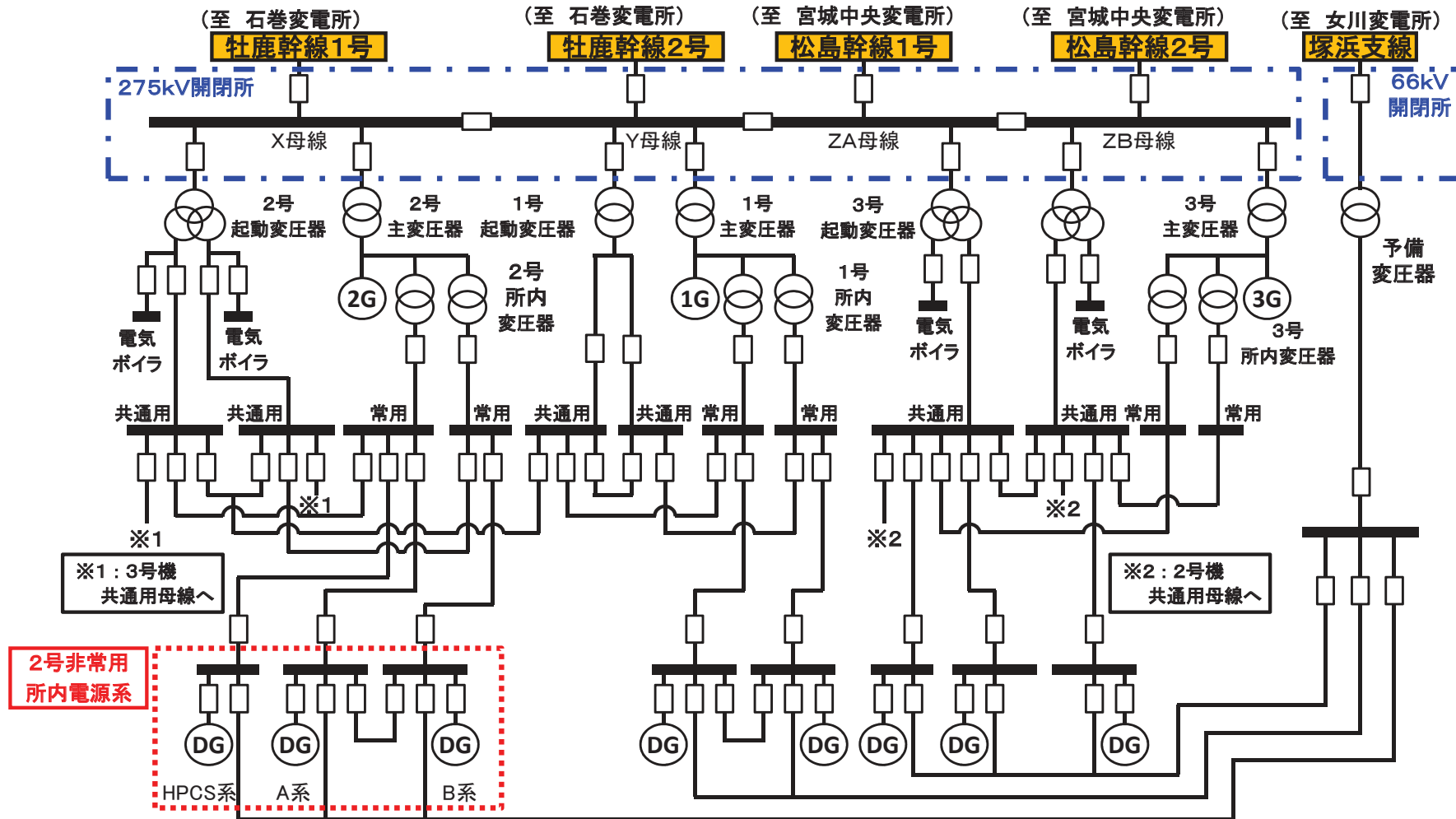
電圧	線路名	回線数	接続する変電所 (発電所からの距離)
275kV	牡鹿幹線	2	石巻変電所 (送電線亘長:約28km 直線距離:約25km)
	松島幹線	2	宮城中央変電所 (送電線亘長:約84km 直線距離:約65km)
66kV	塚浜支線 (鮎川線1号を一部含む)	1	女川変電所 (送電線亘長:約8km 直線距離:約6km)



## 2. 保安電源設備の概要

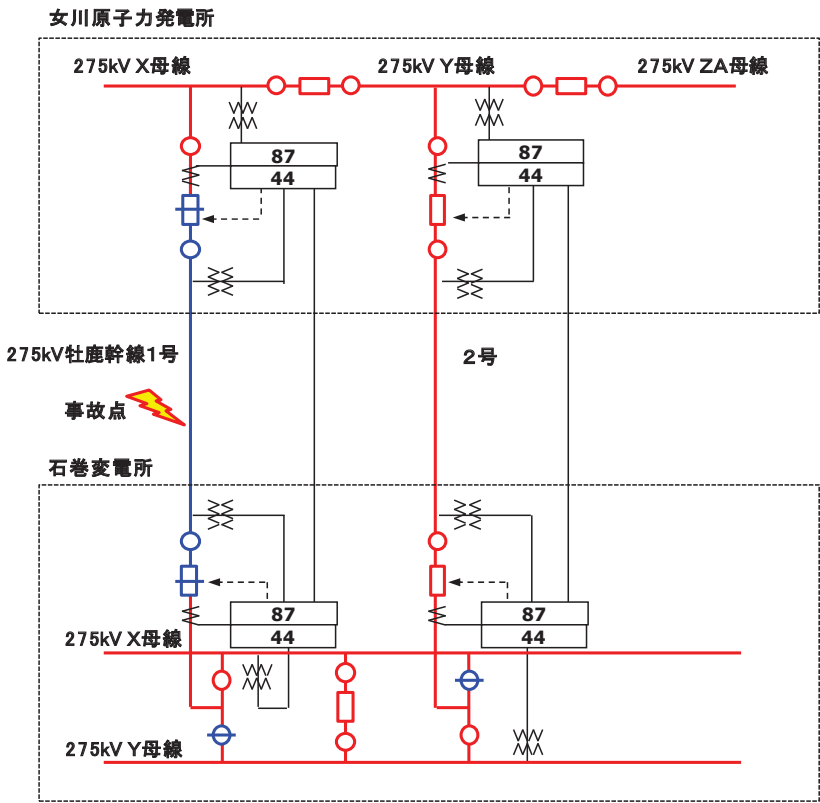
### (2) 所内電源システムの概要

○275kV送電線1回線又は66kV送電線1回線で原子炉を安全に停止するための電力を受電することができる設計。



# 3. 発電所構内における電気系統の信頼性(安全施設の保護装置) (1/2)

- 開閉所(母線等), 変圧器, その他の関連する電気系統の機器の故障により発生する短絡若しくは地絡又は母線の低電圧若しくは過電流等に対し, 安全施設への電力の供給が停止することのないように, 保護継電装置により検知できる設計。
- 異常を検知した場合には, 異常の拡大防止のため, 保護継電装置からの信号により, 遮断器等により故障箇所を隔離し, 故障による影響を局所化し, 他の電気系統の安全性への影響を限定できる設計。
- 重要安全施設に対する電気系統は, 系統分離を考慮した母線によって構成するとともに, 電気系統を構成する個々の機器が信頼性の高いものであって, 非常用所内電源系からの受電時等の母線切替え操作が容易である設計。



女川原子力発電所 外部電源(275kV)  
 275kV送電線 2回線構成(石巻変電所に連系)  
 275kV 牡鹿幹線 1号  
 275kV 牡鹿幹線 2号

275kV 送電線保護装置

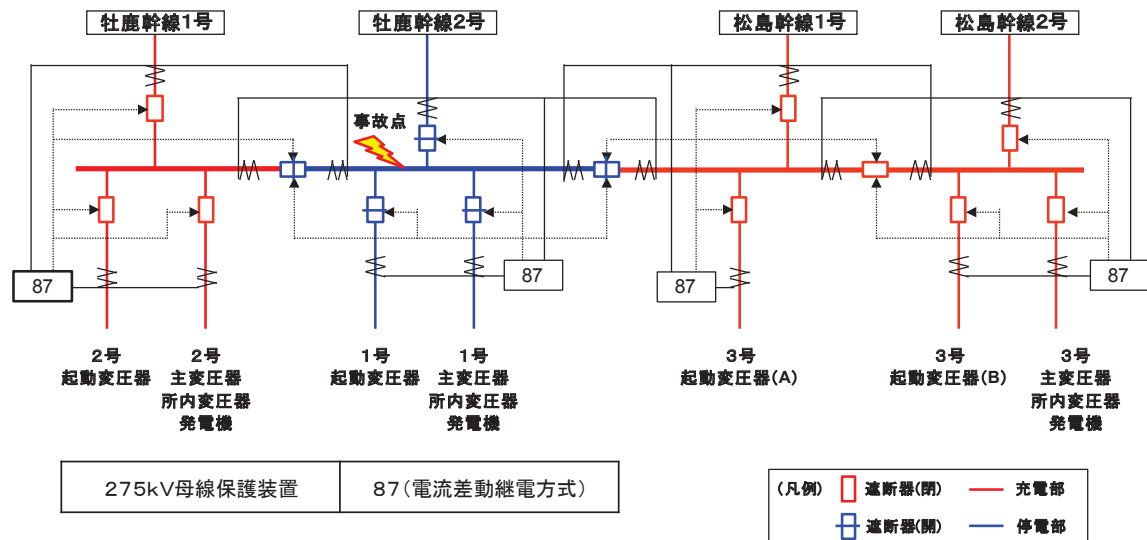
保護方式(1系, 2系二重化構成)	
主保護(短絡・地絡)	87 (PCM電流差動リレー方式)
後備保護	短絡 44S (短絡方向距離リレー方式)
	地絡 44G (地絡方向距離リレー方式)

(凡例) □ 遮断器(閉) ○ 断路器(閉) — 充電部  
 ⊕ 遮断器(開) ⊖ 断路器(開) — 停電部

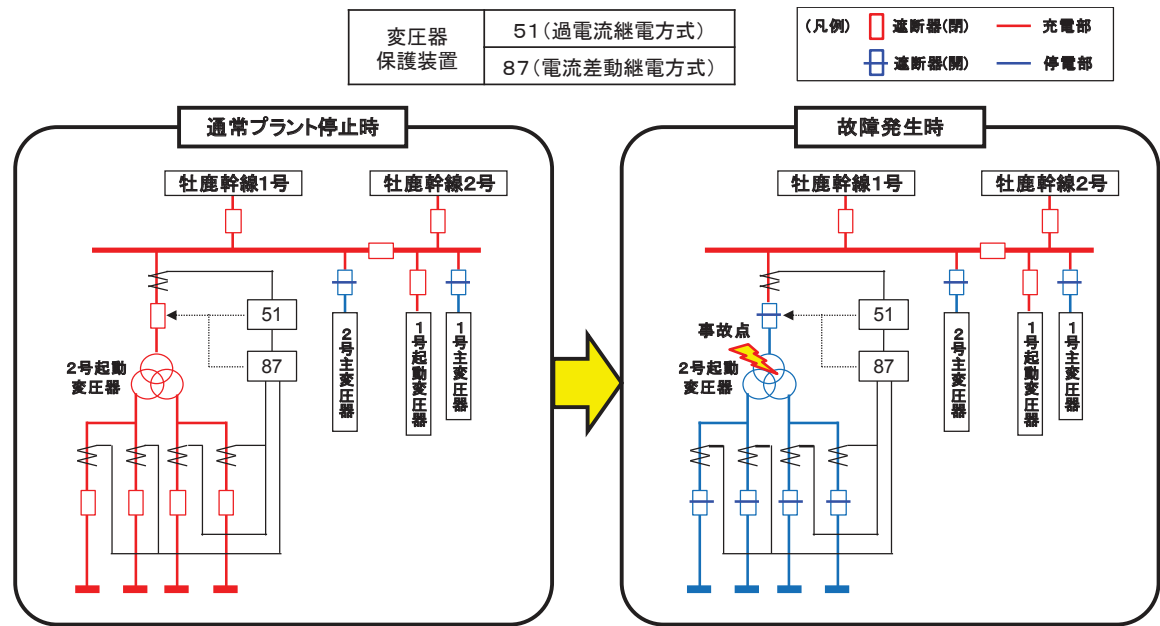
2.2 保安電源の信頼性  
 2.2.1.1.1 安全施設の保護装置について  
 2.2.1.1.3 電気設備の保護  
 2.2.1.2 電気系統の信頼性

送電線保護装置例(275kV牡鹿幹線1号線故障時の動作)

# 3. 発電所構内における電気系統の信頼性(安全施設の保護装置) (2/2)



送電線保護装置例(275kV開閉所 1号炉が接続する母線故障時の動作)



変圧器保護装置例(2号起動変圧器故障時の動作)

2.2 保安電源の信頼性  
 2.2.1.1.1 安全施設の保護装置について  
 2.2.1.1.3 電気設備の保護  
 2.2.1.2 電気系統の信頼性



## 4. 1相開放故障への対策について(1/2)

### (1) 外部電源に直接接続する変圧器

設置許可基準規則解釈では、外部電源に直接接続し、非常用母線に接続する変圧器の1相開放故障の検知及び電力の安定性回復が求められている。非常用高圧母線の受電方法は以下のとおり。

- ①通常時、主発電機より発生した電力を所内変圧器を介して受電
- ②所内変圧器から受電できない場合、275kV外部電源を起動変圧器を介して受電
- ③所内変圧器及び起動変圧器から受電できない場合、非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機より受電
- ④非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機より受電できない場合、66kV外部電源を予備変圧器を介して受電

対象変圧器としては、起動変圧器及び予備変圧器が該当する。

### (2) 起動変圧器及び予備変圧器の構造

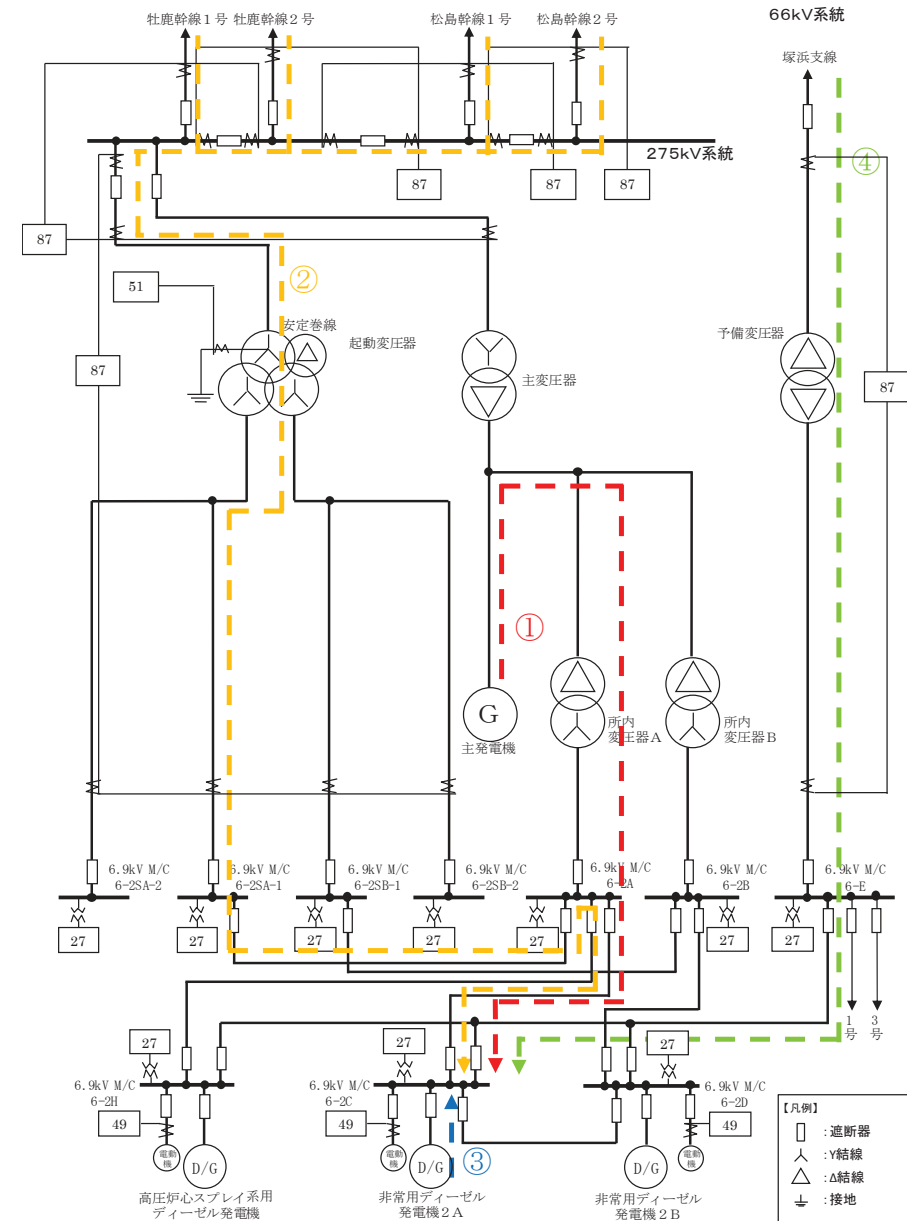
起動変圧器及び予備変圧器の1次側において3相のうち1相の電路の開放が生じた場合は、送電線の引込部を除き接地された筐体内等に配線された構造であるため、保護継電器が作動することにより故障箇所の隔離又は非常用母線の接続変更により、安全施設への電力の供給が停止することがないよう、電力供給の安定性を回復できる設計。



起動変圧器1次側



予備変圧器1次側



非常用高圧母線の電源供給

## 4. 1相開放故障への対策について(2/2)

### (3) 1相開放故障への対策

送電線の引込部(引留鉄構～ブッシング)にて1相開放故障が発生した場合でも、以下のとおり1相開放故障を検知し、故障箇所の隔離又は非常用母線の接続変更その他の異常の拡大を防止する対策(手動操作による対策含む。)により安全施設への電力の供給が停止することがないように、電力供給の安定性を回復できる設計。

#### 【275kV送電線に1相開放故障が発生した場合】

- ・ 275kV送電線から受けた4回線の電源は275kV開閉所にて連系しているため、275kV送電線1回線にて1相開放故障が発生しても非常用高圧母線の電圧に変化が生じない。
- ・ 毎日実施する「巡視点検」にて電路の外観損傷有無を確認することで、1相開放故障の検知が可能。
- ・ 仮に4回線全ての送電線に1相開放故障が発生した場合であっても起動変圧器の中性点過電流継電器等により検知が可能。

#### 【66kV送電線に1相開放故障が発生した場合】

- ・ 予備変圧器は通常非常用母線に電源供給していない。
- ・ 待機状態(無負荷状態)において1相開放故障が発生した場合、6.9kV M/C 6-Eに設置された不足電圧継電器による検知が可能な設計。
- ・ 毎日実施する「巡視点検」にて電路の外観損傷有無を確認することで、1相開放故障の検知が可能。



送電線引込み部  
(275kV開閉所の例)

## 5. 電路の独立性

### (1) 外部電源受電回路

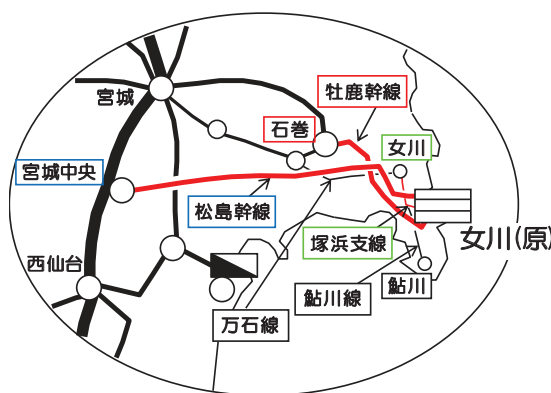
○発電所は、275kV送電線4回線及び66kV送電線1回線の合計5回線で電力系統に連系。

○275kV牡鹿幹線2回線1ルートが発電所から送電線亘長で約28km離れた石巻変電所に、275kV松島幹線2回線1ルートが発電所から送電線亘長で約84km離れた宮城中央変電所に、66kV送電線は、66kV塚浜支線(鮎川線1号を一部含む)1回線1ルートが発電所から送電線亘長で約8km離れた女川変電所に連系し、1つの変電所が停止することで当該原子炉施設に接続された送電線がすべて停止する事態に至らない設計。【P4】

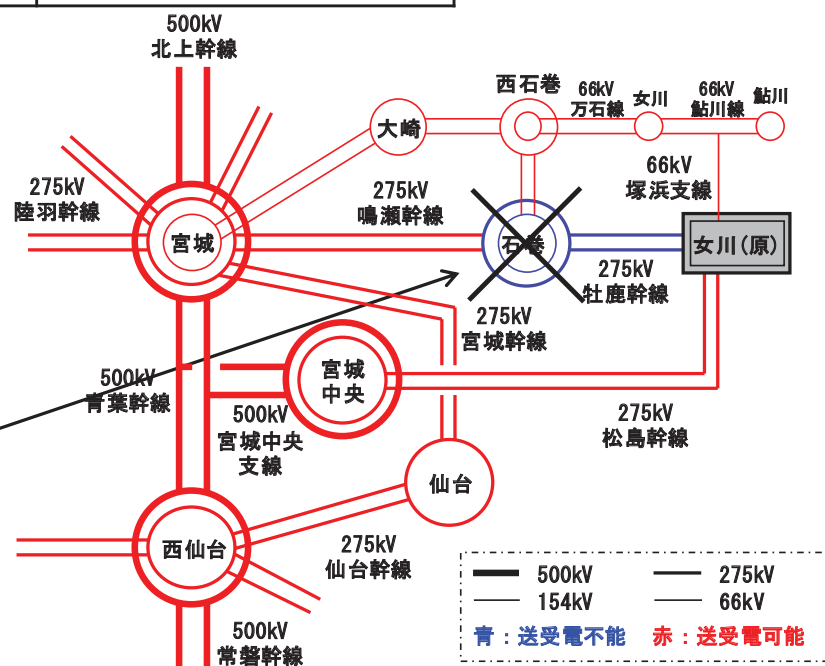
電圧	線路名	回線数	接続する変電所
275kV	牡鹿幹線	2	石巻変電所
	松島幹線	2	宮城中央変電所
66kV	塚浜支線(鮎川線1号を一部含む)	1	女川変電所

・ 275kV牡鹿幹線及び275kV松島幹線を含む275kV系統は、ループ状に形成しており供給信頼性の向上を図っている。

・ 送電線や変電所構内の電流・電圧を常時計測し、その計測値データを保護リレーに入力。事故等による異常を検出した際は、計測値等から故障回線を瞬時に特定し遮断器にて故障区間を速やかに分離することで、他の送電線、275kV母線の連系を維持可能な系統構成としている。



万が一、石巻変電所が事故等により全停電した場合でも、宮城中央変電所から275kV松島幹線にて女川発電所に電力供給が可能



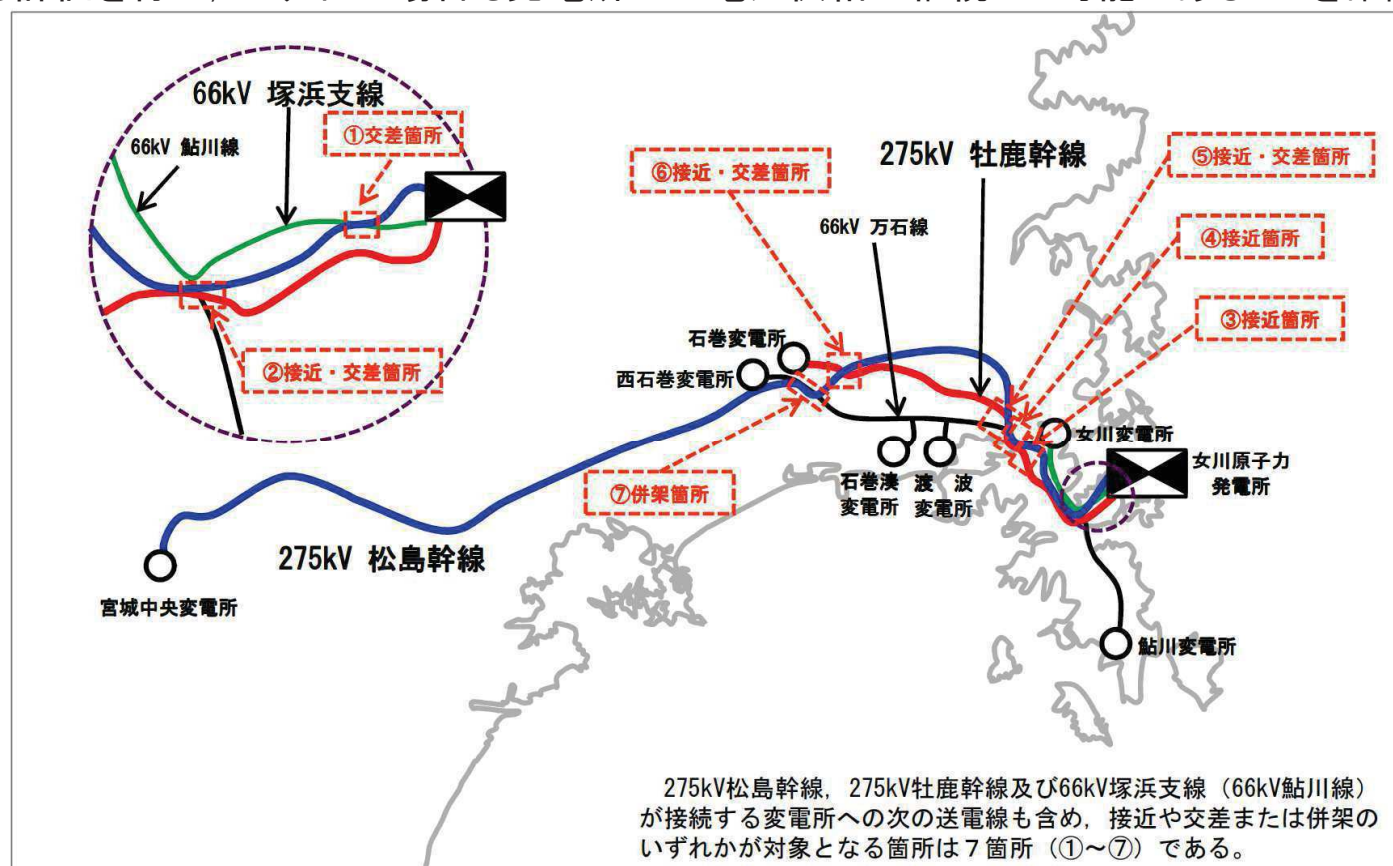
変電所全停時の供給系統例(石巻変電所)

## 5. 電路の独立性

### (2) 電線路の物理的分離(1/4)

○発電所に接続する送電線は、275kV送電線4回線(275kV松島幹線2回線, 275kV牡鹿幹線2回線)と66kV送電線1回線(66kV塚浜支線(66kV鮎川線1号を一部含む))であり、全ての送電線が同一鉄塔に架線されている箇所はなく、物理的に分離した設計

・女川原子力発電所に接続する送電線等には接近・交差・併架する箇所が7箇所(①～⑦)があるが、万一送電線事故が発生した場合における評価を行い、いずれの場合も発電所への電力供給が継続して可能であることを確認。



※「女川原子力発電所に接続する送電線等」とは275kV松島幹線, 275kV牡鹿幹線, 66kV塚浜支線, 66kV鮎川線及び66kV万石線をいう。

## 5. 電路の独立性

### (2) 電線路の物理的分離(2/4)

#### 送電線の接近・交差・併架箇所状況および評価状況

区分	状況	事故線路	事故発生時の評価
①交差箇所	・275kV松島幹線(No.3～No.4)と66kV塚浜支線(No.6～No.7)の交差	275kV松島幹線 66kV塚浜支線	・275kV松島幹線が倒壊すると、交差する66kV塚浜支線に接触し2ルートが停電となるが、275kV牡鹿幹線で供給が可能
②接近・交差箇所	・275kV松島幹線(No.10)と275kV牡鹿幹線(No.10～No.11)の接近 ・275kV牡鹿幹線(No.10)と275kV松島幹線(No.9～No.10)の接近	275kV松島幹線 66kV鮎川線	・275kV松島幹線が倒壊すると、交差する66kV鮎川線に接触し2ルートが停電となるが、275kV牡鹿幹線で供給が可能 (275kV松島幹線の倒壊は、電線張力の影響により、接近する275kV牡鹿幹線とは逆方向のため、接触しない)
	・275kV松島幹線(No.9～No.10)と66kV鮎川線(No.25～No.26)の交差 ・275kV牡鹿幹線(No.9～No.10)と66kV鮎川線(No.26～No.27)の交差	275kV牡鹿幹線 66kV鮎川線	・275kV牡鹿幹線が倒壊すると、交差する66kV鮎川線に接触し2ルートが停電となるが、275kV松島幹線で供給が可能 (275kV牡鹿幹線の倒壊は、電線張力の影響により、接近する275kV松島幹線とは逆方向のため、接触しない)
③接近箇所	・275kV松島幹線(No.26)と275kV牡鹿幹線(No.29～No.30)の接近	275kV松島幹線 275kV牡鹿幹線	・275kV松島幹線が倒壊すると、接近する275kV牡鹿幹線に接触し2ルートが停電となるが、66kV塚浜支線で供給が可能
	・275kV牡鹿幹線(No.29)と275kV松島幹線(No.25～No.26)の接近	275kV牡鹿幹線	・275kV牡鹿幹線が倒壊すると、電線張力の影響により、接近する275kV松島幹線とは逆方向のため接触することはない、275kV松島幹線と66kV塚浜支線で供給が可能
④接近箇所	・275kV松島幹線(No.27)と66kV万石線(No.77～No.78)の接近	275kV松島幹線	・275kV松島幹線が倒壊すると、電線張力の影響により、接近する66kV万石線とは逆方向のため接触することはない、275kV牡鹿幹線と66kV塚浜支線で供給が可能
⑤接近・交差箇所	・275kV松島幹線(No.28)と275kV牡鹿幹線(No.30～No.31)の接近 ・275kV松島幹線(No.29)と275kV牡鹿幹線(No.32～No.33)の接近 ・275kV牡鹿幹線(No.33)と275kV松島幹線(No.29～No.30)の接近	275kV松島幹線 66kV万石線	・275kV松島幹線が倒壊すると、交差する66kV万石線に接触し2ルートが停電となるが、275kV牡鹿幹線で供給が可能 (275kV松島幹線の倒壊は、電線張力の影響により、接近する275kV牡鹿幹線とは逆方向のため、接触しない)
	・275kV松島幹線(No.28～No.29)と66kV万石線(No.75～No.76)の交差 ・275kV牡鹿幹線(No.32～No.33)と66kV万石線(No.73～No.74)の交差	275kV牡鹿幹線 66kV万石線	・275kV牡鹿幹線が倒壊すると、交差する66kV万石線に接触し2ルートが停電となるが、275kV松島幹線で供給が可能 (275kV牡鹿幹線の倒壊は、電線張力の影響により、接近する275kV松島幹線とは逆方向のため、接触しない)
⑥接近・交差箇所	・275kV牡鹿幹線(No.72)と275kV松島幹線(No.75)の接近	275kV牡鹿幹線	・275kV牡鹿幹線が倒壊すると、電線張力の影響により、接近する275kV松島幹線とは逆方向のため接触することはない、275kV松島幹線と66kV塚浜支線で供給が可能
	・275kV松島幹線(No.75～No.76)と275kV牡鹿幹線(No.71～No.72またはNo.72～No.73)の交差	275kV松島幹線 275kV牡鹿幹線	・275kV松島幹線が倒壊すると、交差する275kV牡鹿幹線に接触し2ルートが停電となるが、66kV塚浜支線で供給が可能
⑦併架箇所	・275kV松島幹線(No.82～No.87)と66kV万石線(No.15～No.20)の併架	275kV松島幹線 66kV万石線	・併架区間の鉄塔が倒壊すると、併架する2ルートが停電となるが、275kV牡鹿幹線で供給が可能

## 5. 電路の独立性

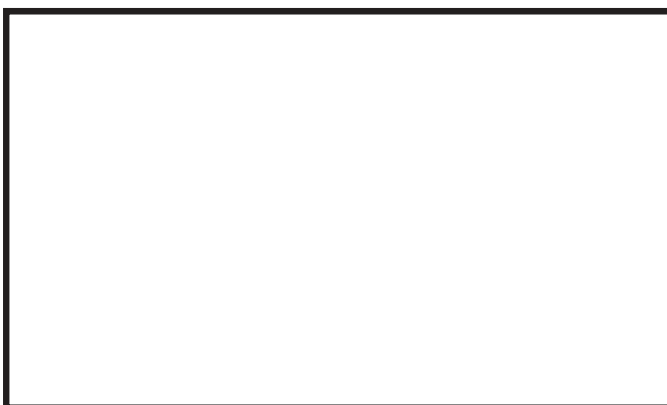
### (2) 電線路の物理的分離(3/4)

#### 【評価例(①交差箇所)】



- 1.松島幹線No.3又はNo.4の鉄塔が倒壊, 松島幹線No.3～No.4の電線が落下し, 松島幹線が停電。
- 2.松島幹線No.3～No.4の電線が, 塚浜支線No.6～No.7の電線と接触し, 塚浜支線が停電。
- 3.牡鹿幹線の2回線が残り, 発電所に電力供給可能。

#### 【評価例(②接近・交差箇所)】



- 1.松島幹線No.10の鉄塔が水平角度による張力方向に倒壊, 松島幹線No.9～No.10の電線が落下し, 松島幹線が停電。
- 2.松島幹線No.9～No.10の電線が, 鮎川線No.25～No.26の電線と接触し, 鮎川線及び塚浜支線が停電。
- 3.松島幹線No.10は, 水平角度による張力方向が牡鹿幹線と逆方向のため, 牡鹿幹線とは接触しない。
- 4.牡鹿幹線の2回線が残り, 発電所に電力供給が可能。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません

## 5. 電路の独立性

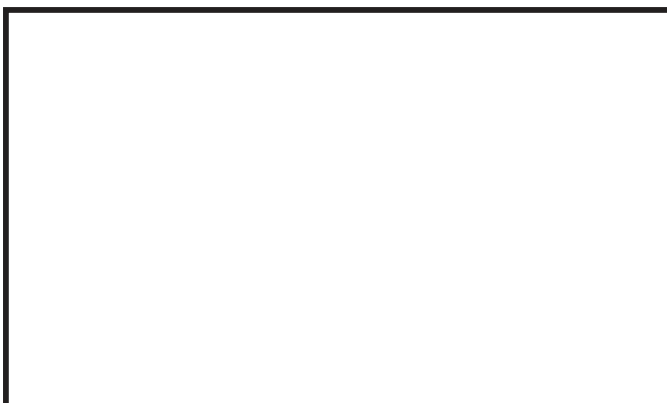
### (2) 電線路の物理的分離(4/4)

#### 【評価例(④)接近箇所】



1. 松島幹線No.27の鉄塔が水平角度による張力方向に倒壊し、松島幹線が停電。
2. 松島幹線No.27は水平角度による張力方向が万石線と逆方向のため、万石線とは接触しない。
3. 牡鹿幹線の2回線及び塚浜支線の1回線が残り、発電所に電力供給が可能。

#### 【評価例(⑦)併架箇所】



1. 併架区間の鉄塔が倒壊し、松島幹線、万石線、鮎川線及び塚浜支線が停電。
2. 牡鹿幹線の2回線が残り、発電所に電力供給が可能。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません

## 6. 送電線の信頼性

- 送電線は、大規模な盛土の崩壊、大規模な地すべり、急傾斜地の崩壊による被害の最小化を図るため、鉄塔基礎の安定性を確保することで、鉄塔の倒壊を防止する設計。
- 過去に発生した設備の被害状況を踏まえ、電気設備の技術基準への適合に加え、冬期の着冰雪による事故防止対策を実施。

### ①鉄塔基礎の安定性

- ・一般に、送電線ルートは、ルート選定の段階から地すべり地域等を極力回避し、地震による鉄塔敷地周辺の影響による被害の最小化を実施。
- ・さらに、女川原子力発電所に接続する275kV・66kV送電線は、鉄塔敷地周辺で基礎の安定性に影響を与える盛土の崩壊、地すべり、急傾斜地の土砂崩壊について、図面等を用いた机上調査・地質専門家による現地踏査を実施し、鉄塔基礎の安定性を確認し、問題ないことを確認。

### ②風雪対策

電気設備の技術基準に適合した設備設計に加えて、一部区間において耐雪強化対策として、湿型着雪荷重の考慮や雪害防止対策品を採用。

対象線路	対象基数	現地踏査基数			崩壊防止対策等の追加対策が必要な基数
		盛土の崩壊	地すべり	急傾斜地の崩壊	
275kV 松島幹線	233基	0基	14基	41基	0基
275kV 牡鹿幹線	86基	4基	3基	21基	0基
66kV 塚浜支線	10基	0基	0基	4基	0基
66kV 鮎川線	70基	0基	5基	35基	0基
66kV 万石線	77基	1基	2基	17基	0基
5線路	476基	5基	24基	118基	0基

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



## 7. 複数号炉を設置する場合における電力供給確保

### (1) 電線路2回線喪失時の電力の供給

- 発電所に接続する275kV送電線及び66kV送電線は、1回線で2号炉の停止に必要な電力を供給できる容量があり、275kV送電線4回線はタイラインで接続されていることから(P5)、いかなる2回線が喪失しても、原子炉を安全に停止するための電力を他の275kV送電線及び66kV送電線から受電できる設計。

		275kV 松島幹線(2回線)		
		275kV 牡鹿幹線(2回線)		
		66kV 塚浜支線(1回線)		
非常用ディーゼル 発電機容量	号炉	1号	2号	3号
	1台分容量	5.625MVA	7.625MVA	7.625MVA
必要容量		20.875MVA		

原子炉を安全に停止するために必要となる電力

	牡鹿幹線(2回線)	松島幹線(2回線)	塚浜支線(1回線)
送電線 容量	約1,548MW/回線(>20.875MVA) (約1,629MVA/回線※1) (1号炉, 2号炉及び3号炉共用※2)	約1,078MW/回線(>20.875MVA) (約1,134MVA/回線※1) (1号炉, 2号炉及び3号炉共用※2)	約49MW(>20.875MVA) (約51MVA/回線※1) (1号炉, 2号炉及び3号炉共用※2)
変圧器 容量	2号起動変圧器		予備変圧器 (1号炉, 2号炉及び3号炉共用※2)
	40MVA(>7.625MVA)		25MVA(>20.875MVA)

※1 力率0.95でMVAに換算。

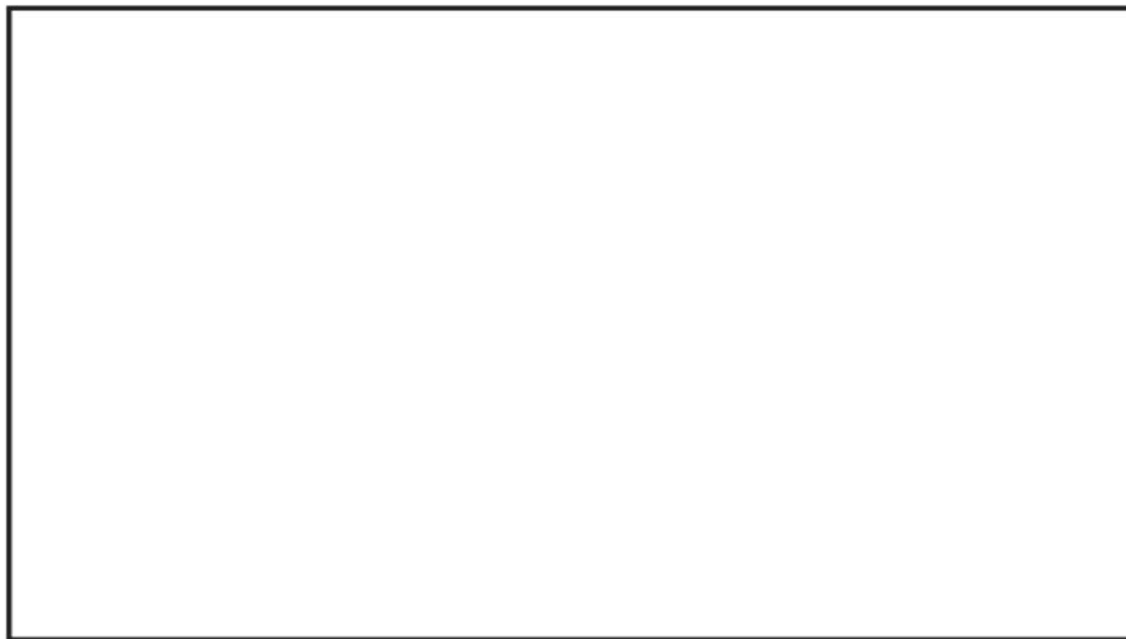
※2共用:安全施設(重要安全設備は除く。)については、電気事故の波及的影響を防止する観点から遮断器を設けており、電氣的分離を実施し、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものとしている。

送電線及び変圧器の設備容量

## 7. 複数号炉を設置する場合における電力供給確保

### (2) 受送電設備の信頼性(1/3)

- 275kV・66kV開閉所及びケーブル洞道等は十分な支持性能を持つ地盤に設置した上で、遮断器等の機器は耐震性の高い機器を使用する設計とする。
- 275kV・66kV開閉所は、津波の影響を受けない敷地高さに設置するとともに、塩害を考慮する設計。
- ①開閉所設備等の耐震性
  - ・275kV・66kV開閉所及びケーブル洞道等の基礎構造は、直接基礎構造又は杭基礎構造であり、1.0Ciの地震力に対し不等沈下、傾斜又はすべりがおきないような地盤に設置することで十分な支持性能を確保し、耐震クラスCを満足。
  - ・発電所内の開閉所の遮断器は、耐震クラスCを満足するガス絶縁開閉装置(GIS)及びガス遮断器を使用。
  - ・開閉所の電気設備及び変圧器は、経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所等の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震対策について(指示)」(平成23・06・07原院第1号)に基づき、JEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」による評価を行い、設計上十分な裕度(各部位の発生応力とその部位の許容応力の比率)が確保されていることを確認。(平成23年7月7日報告済)



2号炉保安電源ケーブルライン全体平面図

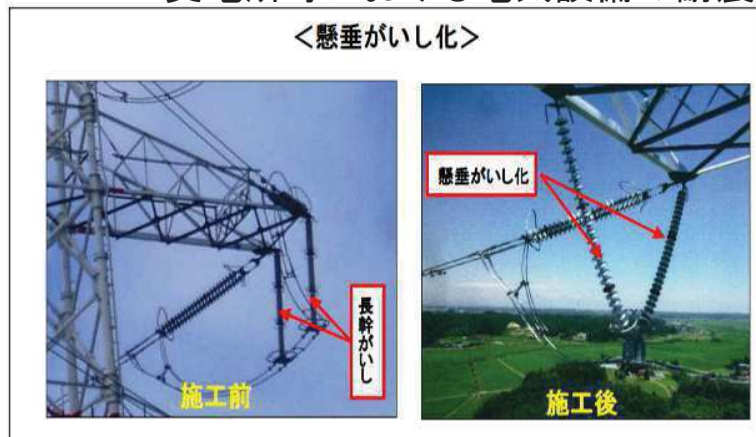
## 7. 複数号炉を設置する場合における電力供給確保 (2) 受送電設備の信頼性(2/3)

	基礎種別	照査項目	評価値	評価基準値	判定
275kV開閉所(松島幹線)	杭基礎	最大接地圧	940kN/本	1,488kN/本	○
275kV開閉所(牡鹿幹線)	直接基礎	最大接地圧	447kN/m <sup>2</sup>	1,961kN/m <sup>2</sup>	○
66kV開閉所(塚浜支線)	直接基礎	最大接地圧	343kN/m <sup>2</sup>	1,961kN/m <sup>2</sup>	○
2号機起動変圧器	杭基礎	最大接地圧	950kN/本	1,794kN/本	○
275kV開閉所連絡洞道	直接基礎	最大接地圧	103kN/m <sup>2</sup>	939kN/m <sup>2</sup>	○
OFケーブル洞道	直接基礎	最大接地圧	138kN/m <sup>2</sup>	792kN/m <sup>2</sup>	○
T/B西側ケーブル洞道	直接基礎	最大接地圧	188kN/m <sup>2</sup>	1,961kN/m <sup>2</sup>	○
電線管路	直接基礎	最大接地圧	38kN/m <sup>2</sup>	68kN/m <sup>2</sup>	○

### 開閉所及びケーブル洞道等支持性能評価結果

#### ②送変電設備の碍子及び遮断器等の耐震性

- ・275kV送電線で支持碍子に長幹碍子を使用していた鉄塔に、可とう性のある懸垂碍子に取替。
- ・66kV送電線で支持碍子がある鉄塔に、ロックピン式免震金具の取付けを実施。
- ・宮城中央変電所, 石巻変電所はガス絶縁開閉装置(GIS)を採用し, 女川変電所はガス絶縁複合開閉器(GCS)を採用。GIS, GCSはJEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に基づいて設計。

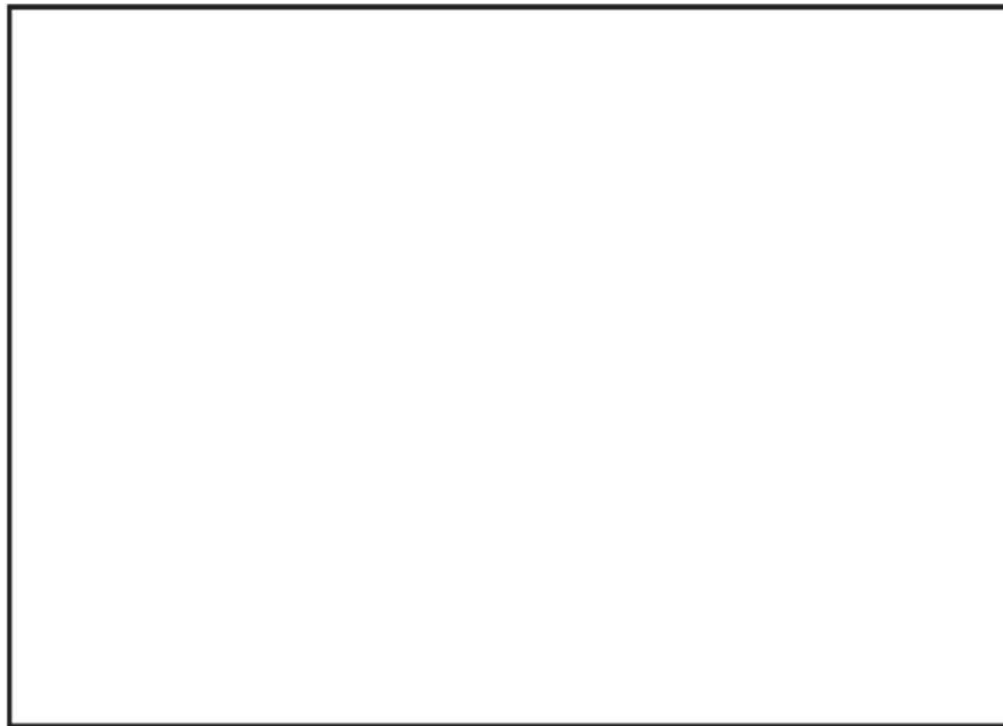


## 7. 複数号炉を設置する場合における電力供給確保

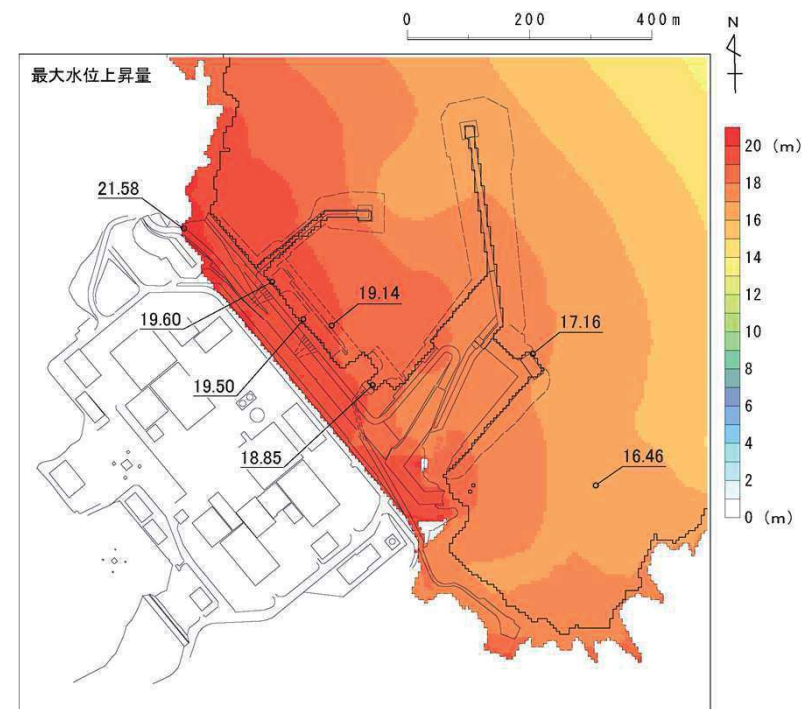
### (2) 受送電設備の信頼性(3/3)

#### ③津波の影響, 塩害対策

- ・開閉所設備等の電気設備は, O.P.+14.8m以上の高さに設置。基準津波による敷地前面の最高水位はO.P.+23.1mであるが, 防潮堤及び防潮壁の設置により敷地内への浸水はなく, 当該電気設備が津波の影響を受けない設計とする。
- ・275kV開閉所には碍子洗浄装置を設置。また, 遮断器はガス絶縁装置を採用しており, タンク内に電路が内包されているため塩害の影響を受けない設計。



開閉所設備等と防潮堤の配置

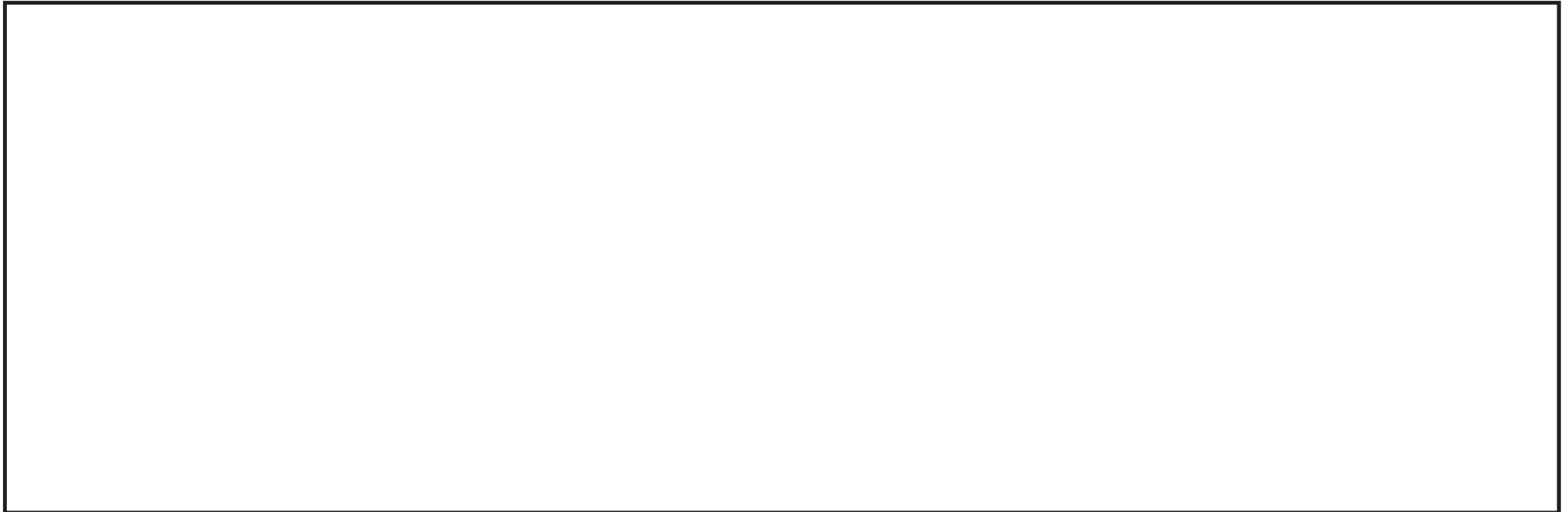


最大水位上昇量 21.58m + 朔望平均満潮位 O.P.+1.43m  
= 最高水位 O.P.+23.1m

基準津波(水位上昇側)による最大水位上昇量分布

## 8. 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保(1/4)

- 非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機は、必要な容量を有する合計3台を備え、多重性及び独立性を考慮して各々非常用高圧母線に接続。燃料貯蔵設備は、燃料デイトンク及び燃料移送ポンプを3台、軽油タンクを2基備えることにより多重性を有する設計とし、区分Ⅰ／Ⅲと区分Ⅱに独立性を考慮する設計とする。また、蓄電池(非常用)及びその附属設備も3系統を多重性及び独立性を確保し設置。
- ディーゼル発電機は、発電用原子炉ごとに単独で設置し、他の発電用原子炉施設との共用をしない設計。
  - ①配置
    - ・非常用電源設備は、区分Ⅰ、区分Ⅱ及び区分Ⅲに区画された電気室等に設置。
    - ・非常用電源設備及びその附属設備は、基準地震動に対して支持機能が維持可能な建物及び構築物の区画された部屋に設置し、主たる共通要因(地震、津波、火災、溢水)に対し、頑健性を有する。



非常用電源設備及びその附属設備(交流電源)の配置

## 8. 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保(2/4)



非常用電源設備及びその附属設備(直流電源)の配置

共通要因	対応方針	状況
地震	設計基準地震動に対して十分な耐震性を有する設計。	設計基準地震動に対して、非常用電源設備及び附属設備が機能維持できることを確認。
津波	設計基準津波に対して、浸水等により機能喪失しない位置に設置。	敷地高さ(O.P.+14.8m)は設計基準津波(O.P.+23.1m)より低い <sup>1</sup> が、高さ約15m(O.P.+約30m)の防潮堤設置により津波の影響を受けない設計。
火災	適切な耐火能力を有する隔壁等で分離を行うか、適切な離隔距離で分離した配置。	非常用電源設備及びその附属設備は、火災防護審査指針で要求される3時間耐火能力 <sup>(*)</sup> 以上の耐火能力を有する鉄筋コンクリート(RC)壁又は離隔距離により分離。 (*)RC150mm相当, JEAG4607-2010「原子力発電所の火災防護指針」
溢水	想定すべき溢水(没水・蒸気・被水)に対し、影響のないことを確認, 若しくは溢水源等に対し溢水影響のないよう設備対策を実施。	地震や火災による没水に対して同時に異区分の非常用電源設備及びその附属設備が機能喪失にならないことを確認。 また、電気盤室には、蒸気源及び被水源はない。

非常用電源設備及びその附属設備の主たる共通要因に対する頑健性

## 8. 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保(3/4)

### ②容量

・非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機は、運転時の異常な過渡変化である外部電源喪失(LOP)又は設計基準事故である外部電源喪失(LOP)及び冷却材喪失事故(LOCA)の際、自動起動して原子力発電所の保安上必要とされる各負荷に電力を供給するために、十分な発電機容量を有する設計。なお、以下の表は全ての異常な過渡変化及び設計基準事故を考慮しても最大である。

(蓄電池容量については、「14条 全交流動力電源喪失対策設備」資料参照)

負荷	非常用D/G(A)					非常用D/G(B)					HPCS用D/G					
	設置 台数	負荷容量 (kW/台)	稼動 台数	稼動容量* (kW)		設置 台数	負荷容量 (kW/台)	稼動 台数	稼動容量* (kW)		設置 台数	負荷容量 (kW/台)	稼動 台数	稼動容量* (kW)		
				LOP	LOP+ LOCA				LOP	LOP+ LOCA				LOP	LOP+ LOCA	
自動起動	低圧炉心スプレイ系ポンプ	1	1000	1	—	947.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	残留熱除去系ポンプ	1	540	1	—	511.6	2	540	2	—	1023.2	—	—	—	—	
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1900	1	—	1800.0
	原子炉補機冷却海水ポンプ	2	420	2	795.8	795.8	2	420	2	795.8	795.8	—	—	—	—	
	原子炉補機冷却水ポンプ	2	235	2	470.0	470.0	2	235	2	470.0	470.0	—	—	—	—	
	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	60	1	60.0	60.0
	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	40	1	40.0	40.0
	タービン補機冷却水ポンプ	1	330	1	312.7	—	2	330	1	312.7	—	—	—	—	—	
	タービン補機冷却海水ポンプ	1	350	1	331.6	—	2	350	1	331.6	—	—	—	—	—	
	ディーゼル室換気設備	3	45	3	135.0	135.0	3	45	3	135.0	135.0	2	45	2	90.0	90.0
	蓄電池充電器	—	280	—	280.0	280.0	—	280	—	280.0	280.0	1	10	1	10.0	10.0
	非常用照明	—	200	—	180.0	180.0	—	200	—	180.0	180.0	—	—	—	—	—
	非常用ガス処理装置	—	50.8	—	50.4	35.0	—	50.8	—	50.4	35.0	—	—	—	—	—
	その他の非常用負荷	—	2188.9	—	2124.6	1687.1	—	2398.8	—	2384.2	1933.2	—	125.6	—	107.4	137.4
	その他の非常用負荷	—	1687.8	—	1236.2	704.1	—	1111.8	—	915.1	385.0	—	1900	—	1800.0	—
	合計	—	—	—	5916.3	5746.0	—	—	—	5854.8	5237.2	—	—	—	2107.4	2137.4
	ディーゼル発電機容量	7,625.0KVA					7,625.0KVA					3,750.0kVA				

\* 稼動容量: 負荷の効率, 負荷率, 稼働率を考慮した容量

### 非常用及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の負荷内訳および容量

## 8. 外部電源喪失時における発電所構内の電源の確保(4/4)

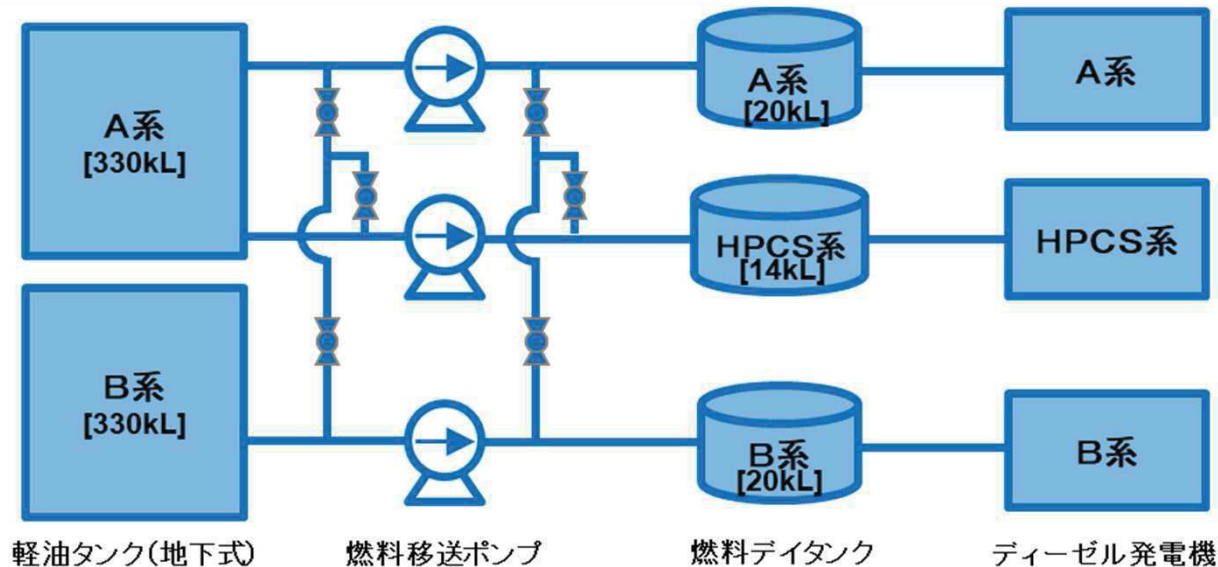
### ③燃料貯蔵設備

軽油タンクは、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1台を7日間以上連続運転できる容量(292m<sup>3</sup>以上)をA系及びB系の2系統を有し、軽油タンクの単一故障に対して必要な機能を維持できる。

非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機が起動した場合の燃料消費量

$$\begin{aligned} V &= N \times C \times 1.03 \times H / \gamma \\ &= (6100 \times 0.2293 \times 1.03 \times 168) / 830 \\ &\quad + (3000 \times 0.2400 \times 1.03 \times 168) / 830 \\ &\approx 292 + 151 \\ &= 443 \text{ kL} < \text{約} 660 \text{ kL} (330 \text{ kL} \times 2 \text{ 基}) \end{aligned}$$

V: 燃料消費量  
 N: 機関定格出力(kW)  
 = 発電機出力(kVA) × 発電機力率  
 = 7625 × 0.8 = 6100 (A/B系), 3750 × 0.8 = 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/m<sup>3</sup>) = 830



燃料タンク構成図