

浜岡原子力発電所 4号炉 新規制基準適合性に係る 申請の概要について

平成26年4月15日

中部電力株式会社

1. 浜岡原子力発電所の概要

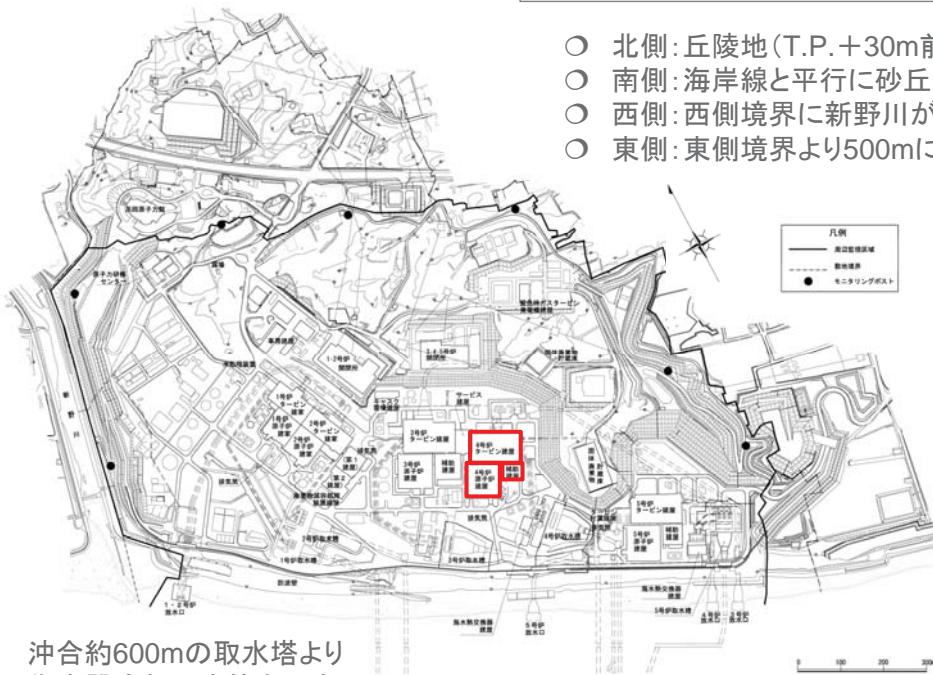
- 浜岡原子力発電所 敷地及び配置の概況
- 浜岡原子力発電所 4号炉の概要

浜岡原子力発電所 敷地及び配置の概況(1/2)



- 敷地面積: 約1.6 km² (約50万坪)
- 4号炉の配置: 敷地南東側(T.P.+6m)

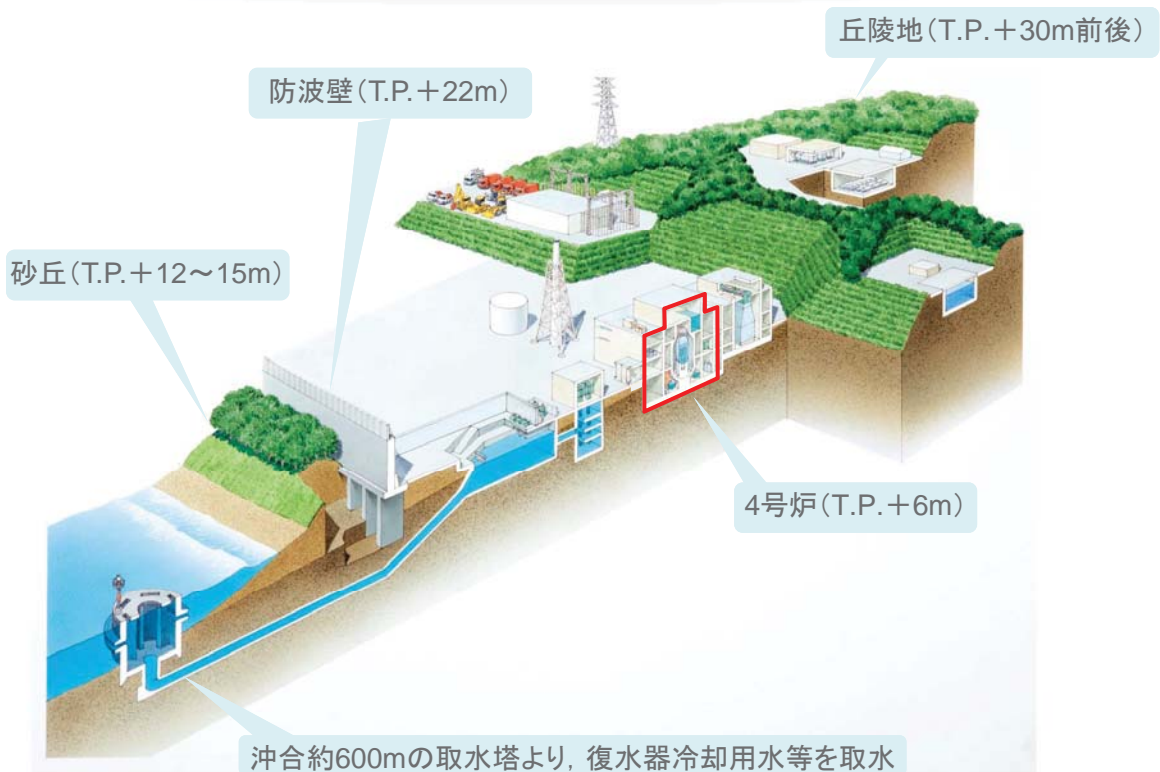
- 北側: 丘陵地(T.P.+30m前後)が分布
- 南側: 海岸線と平行に砂丘(T.P.+12~15m)が分布
- 西側: 西側境界に新野川が流れる
- 東側: 東側境界より500mに箆川が流れる



沖合約600mの取水塔より
復水器冷却用水等を取水

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浜岡原子力発電所 敷地及び配置の概況(2/2)



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉
炉型	BWR4	BWR4	BWR5	BWR5	ABWR
原子炉格納容器	Mark I 型	Mark I 型	Mark I 改良型	Mark I 改良型	RCCV
電気出力 (万kW)	(54)	(84)	110	113.7	138
着工	1971年3月	1974年3月	1982年11月	1989年2月	1999年3月
運転開始	1976年3月	1978年11月	1987年8月	1993年9月	2005年1月
現在の状況	廃止措置中 (2009年1月運転終了)		施設定期検査中 (2010年11月～)	施設定期検査中 (2012年1月～)	施設定期検査中 (2012年3月～)

■ 3～5号炉の総電気出力:361.7万kW

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

2. 申請の概要

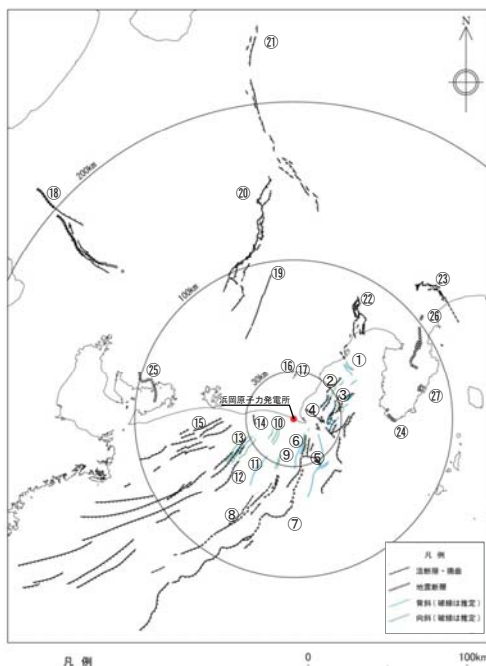
- (1)耐震・耐津波機能
- (2)設計基準対象施設
- (3)重大事故等対処施設
- (4)工事計画／保安規定

(1) 耐震・耐津波機能

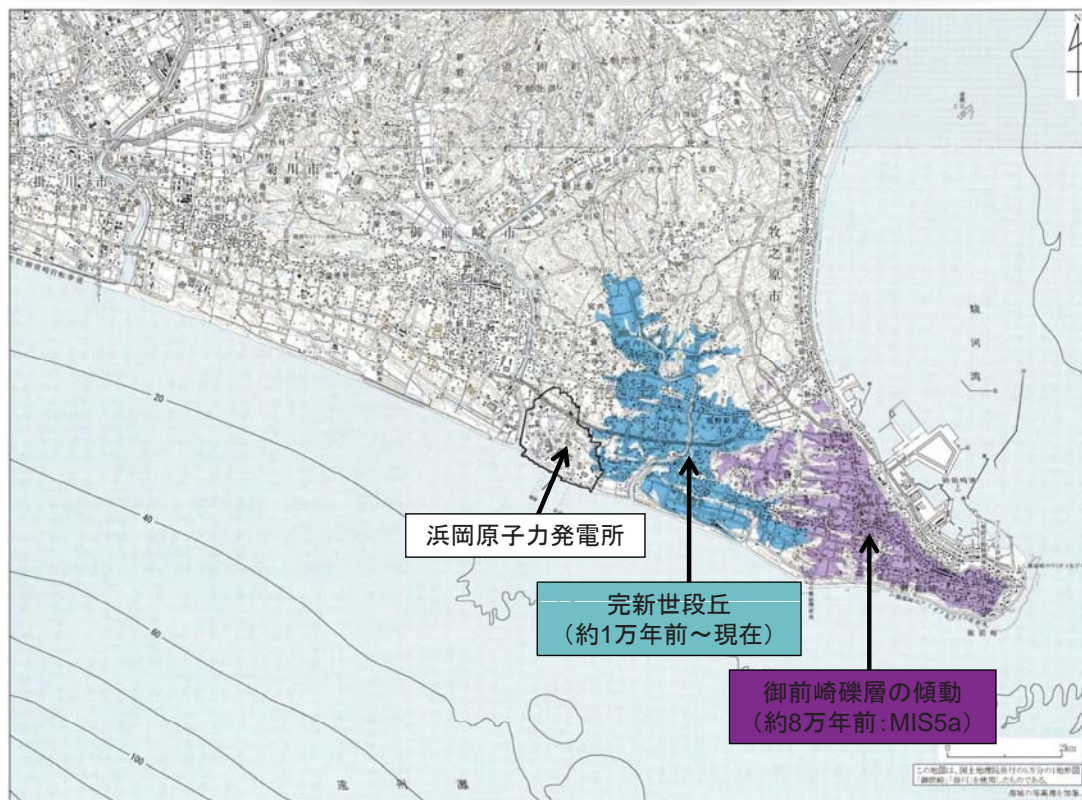
- 敷地周辺の活断層評価
- 敷地内の断層活動性評価
- 敷地における地震動の増幅特性
- 基準地震動の検討・策定
- 原子炉建屋の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価
- 耐震設計
- 基準津波の検討・策定
- 耐津波設計
- 津波防護施設・浸水防止設備設置状況

敷地周辺の活断層評価

- 当社は、これまでに敷地周辺の地質及び地質構造を把握するため、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査等による綿密な調査を行い、敷地周辺の活断層分布を詳細に把握している



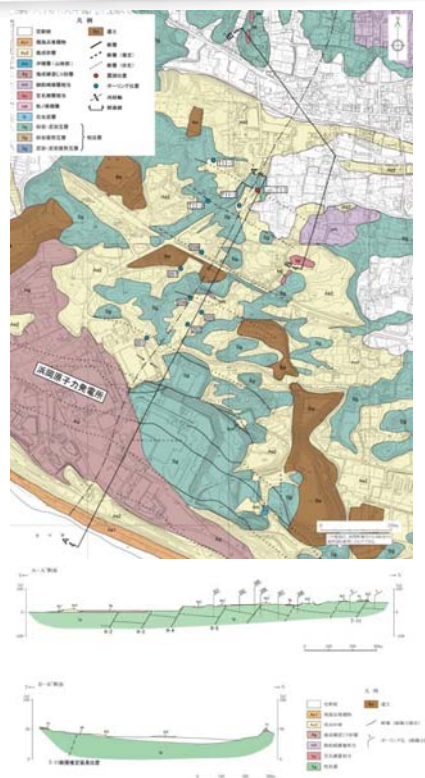
No	活断層の名称	断層の長さ(km)	備考
①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	プレート間地震に伴う地殻変動の一形態として考えられる逆L字の隆起帯に関連する断層帯
②	石花海海盆内西部の断層帯	26.4	石花海海盆内の圧縮応力場によって形成された逆断層と考えられ、深さ8~9km以深では断層が認められず、地震発生層上端10kmより浅部の断層である
③	石花海海盆内東部の断層帯	21.7	
④	御前崎海脚東部の断層帯	72.6	プレート間地震に伴う地殻変動の一形態として考えられる逆L字の隆起帯に関連する断層帯
⑤	F-12断層	16.0	—
⑥	御前崎海脚西部の断層帯	40.2	—
⑦	東海断層系	156.9	活動において、強震動は発生しないが津波を発生させる断層系
⑧	小台場断層系	109.5	
⑨	A-4断層	12.1	
⑩	A-5断層	11.5	
⑪	A-6断層	22.4	
⑫	天竜海底谷に沿う断層	26.1	
⑬	遠州断層系	173.7	—
⑭	F-16断層	7.1	—
⑮	浜松沖の正断層群	76.8	—
⑯	杉沢付近のリニアメント・変位地形	2.6	横ずれセンス主体の短い活断層(耐震BC後、新たに追加)
⑰	大島付近のリニアメント・変位地形	8.7	横ずれセンス主体の短い活断層(耐震BC後、新たに追加)
⑱	濃尾断層帯	—	M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
⑲	中央構造線北端部	54	—
⑳	伊那谷断層帯	約79	M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
㉑	糸魚川—静岡構造線活断層系	約100	M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
㉒	富士川河口断層帯	約26以上	駿河トラフで発生する海溝型地震と連動して同時に活動し、M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
㉓	神縄・国府津—松田断層帯	約25以上もしくはそれ以上	M7.5程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
㉔	石廊崎断層	—	1974年伊豆半島沖地震の際に活動
㉕	深溝断層	—	1945年三河地震の際に活動
㉖	北伊豆断層系	—	1930年北伊豆地震の際に活動
㉗	箱取—大峰山断層	—	1978年伊豆大島近海の地震の際に活動



© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地内の断層活動性評価

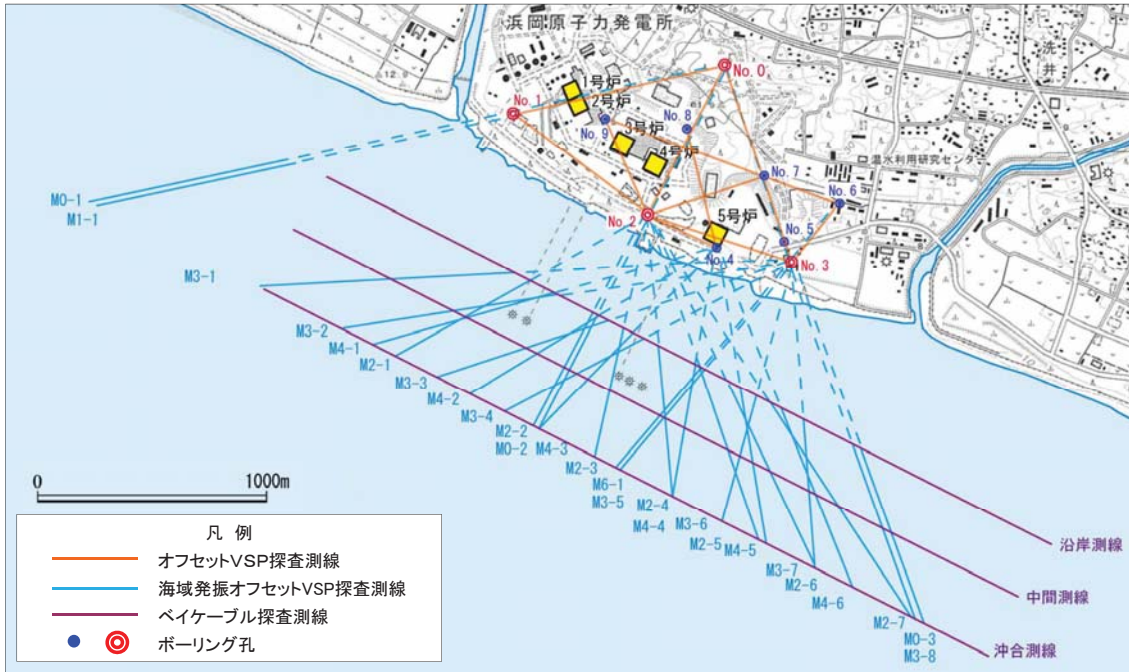
- 敷地の基盤を構成する相良層の中には、5条からなるH断層系及び小断層系が認められる
- 断層系相互の切断関係、落差、連続性からH断層系を代表として活動性評価を実施
 - H断層系の形態及び性状並びに断層内物質の特徴から、H断層系は塑性変形を伴う環境下で形成され、断層が形成されてから現在に至るまでに新たな破砕が起きていないものと考えられる
 - 塑性変形を伴う環境下での断層の形成要因としては、相良層(中新世中期から鮮新世前期)堆積後間もない時期の海底地すべりによる場合などが考えられる
 - H断層系と同時期に形成されたと考えられる断層を覆う笠名礫層(MIS5c)及び御前崎礫層(MIS5a)には、断層による変位・変形が認められない
- 以上のことから、H断層系は少なくとも後期更新世以降における活動はないものと判断



© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地近傍の地下構造調査①

■ 敷地周辺の深部からやや浅部の地盤及び敷地近傍の浅部地盤を対象として地下構造調査を実施



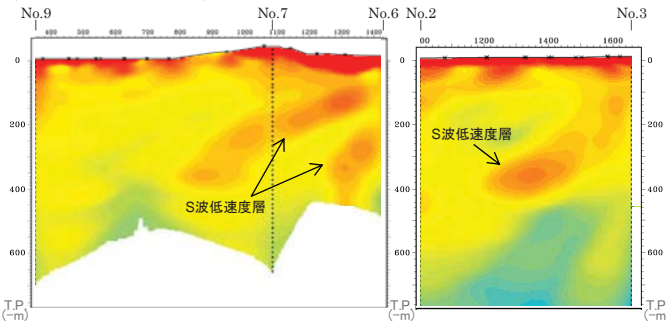
<敷地近傍の地下構造調査の例>

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

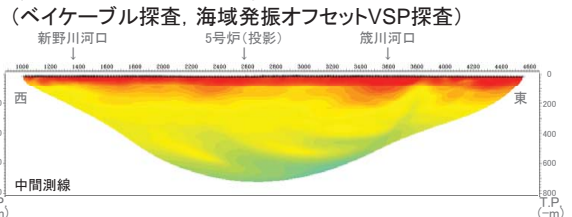
敷地近傍の地下構造調査②

- 5号炉から北東方向にかけて局所的に分布したS波低速度層(周囲に比べて顕著にS波速度が低下した構造)が確認される
敷地西側では同様の構造は確認されず、概ね深度方向に漸増する速度構造となっている
- 敷地前面海域において、河川の河口延長部にあたる海域では沖積層と考えられる速度のやや遅い領域が浅部に見られるが、それ以外は概ね深度方向に漸増する速度構造となっている

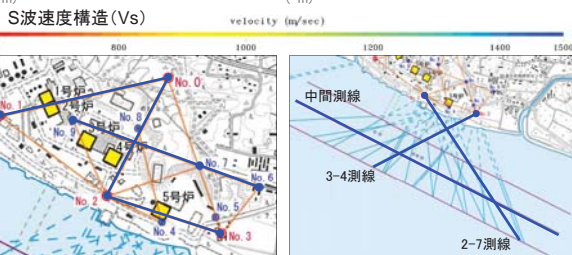
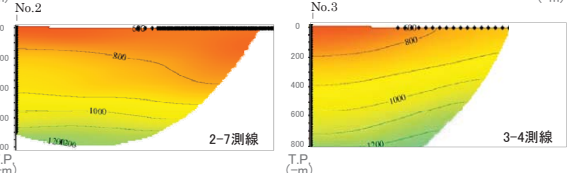
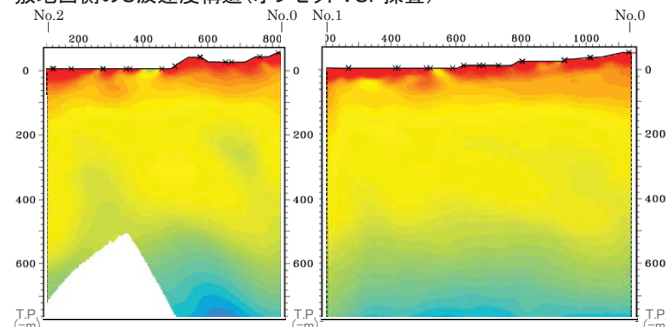
・敷地東側のS波速度構造(オフセットVSP探査)



・敷地前面海域のS波速度構造



・敷地西側のS波速度構造(オフセットVSP探査)

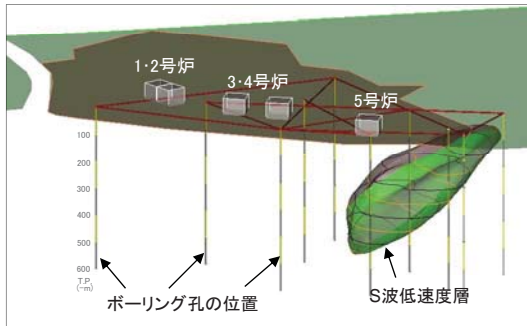
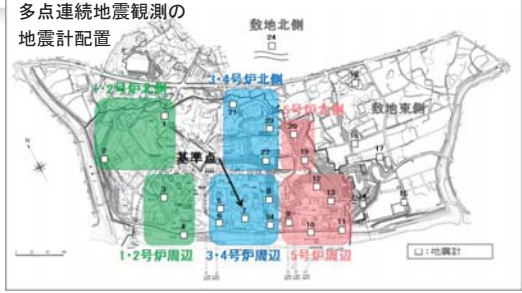


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

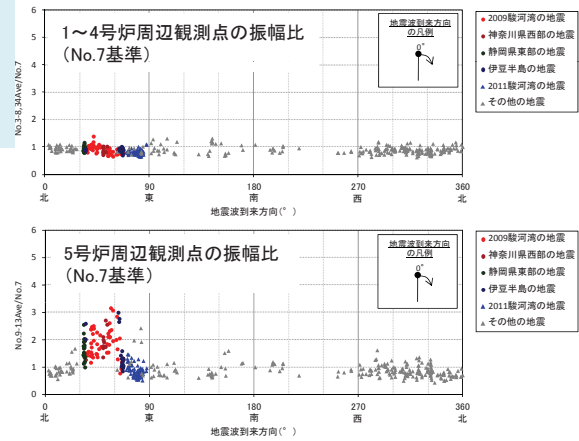
■ 敷地周辺及び敷地近傍における地下構造調査及び地震観測記録の分析結果

- 地下構造調査結果の分析によると、敷地近傍の浅部地盤には、5号炉から北東方向にかけて深さ数百mの浅部に局所的に分布したS波低速度層(周囲に比べて顕著にS波速度が低下した構造)を確認
- 地震観測記録の分析によると、5号炉及び敷地東側では、2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近のみ地震動の顕著な増幅が見られ、1~4号炉を含むその他の観測点では、いずれの地震波到来方向でも地震動の顕著な増幅は見られない

■ 以上によると、S波低速度層による影響の有無によって地震動の増幅特性が異なることにより、敷地の地震観測点は、「地震動の顕著な増幅が見られる観測点」と「地震動の顕著な増幅が見られない観測点」に分かれる



＜地下構造調査結果の分析＞
(S波低速度層の分布)

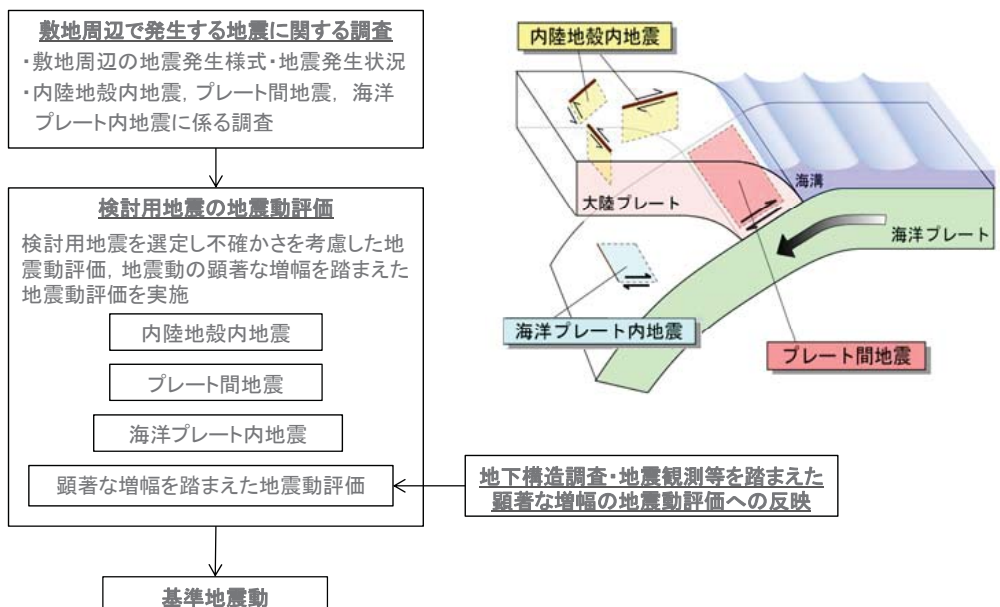


＜地震観測記録の分析＞

(地震波到来方向毎の増幅特性)

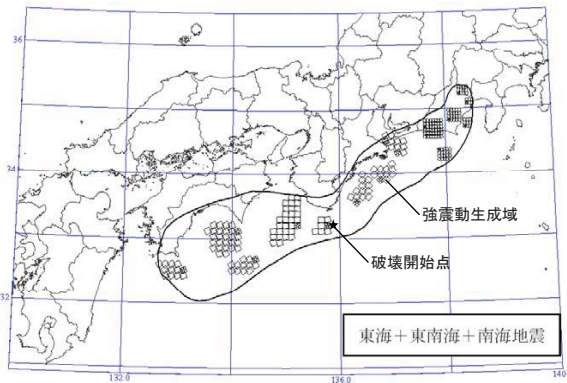
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

- 敷地周辺で発生する地震に関する調査を踏まえ、地震発生様式ごとに検討用地震を選定する
- 選定した検討用地震に基づき、不確かさを考慮した地震動評価、地震動の顕著な増幅を踏まえた地震動評価を実施し、基準地震動を策定

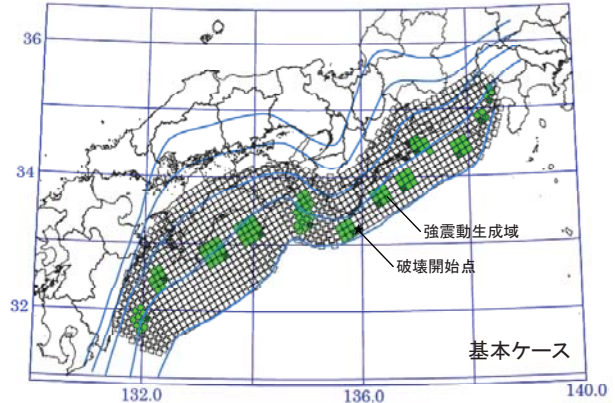


プレート間地震の検討用地震の選定

- 中央防災会議の「東南海、南海地震等に関する専門調査会」等による想定東海・東南海・南海地震(Mw8.7)等の強震断層モデルは、南海トラフで発生した過去の地震時(1707年宝永地震, 1854年安政東海地震及び1944年東南海地震等)の被害実態との比較検討等を踏まえ設定されている
 - 内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による強震断層モデル(Mw9.0)は、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」との考え方にに基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定されている
- ⇒ 安全評価上、「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による南海トラフで想定される最大クラスの地震を検討用地震として選定する



<想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデル>
(東南海, 南海地震等に関する専門調査会)



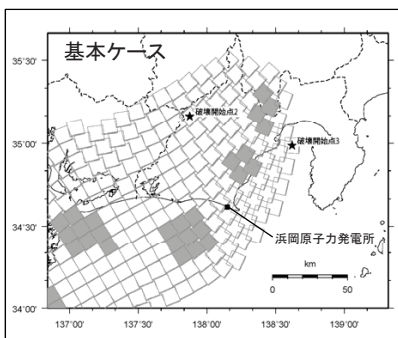
<南海トラフで想定される最大クラスの地震の強震断層モデル>
(南海トラフの巨大地震モデル検討会)

プレート間地震の震源モデルの設定

- 基本震源モデルには南海トラフで想定される最大クラスの地震の強震断層モデル(南海トラフ最大クラス地震モデル(基本ケース, 東側ケース, 西側ケース, 陸側ケース))のうち, 過去の地震における強震動生成域の概ねの位置を踏まえ設定された基本ケースを用いる
- 予め強震動生成域の応力降下量及び破壊開始点の不確かさが考慮された南海トラフ最大クラス地震モデル(基本ケース)に基づき, 強震動生成域の位置の不確かさとして, 強震動生成域を敷地下方に設定した南海トラフ最大クラス地震モデルの東側ケース及び直下ケースを考慮する

基本震源モデル

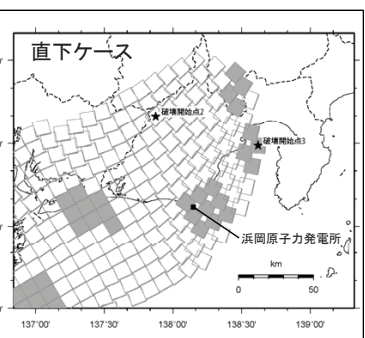
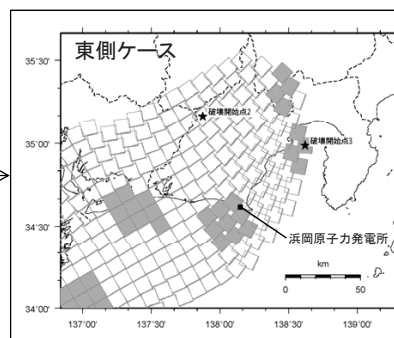
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル



- ・強震動生成域の応力降下量: 34~46MPa (東北地方太平洋沖地震: 平均24MPa, 平均+σ32MPa)
- ・破壊開始点: 破壊の伝播方向が敷地に向かうよう複数設定
- ・地震規模: 震源領域の拡がりについて南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定

⇒ 強震動生成域の応力降下量, 破壊開始点, 地震規模の不確かさを予め考慮

不確かさを考慮



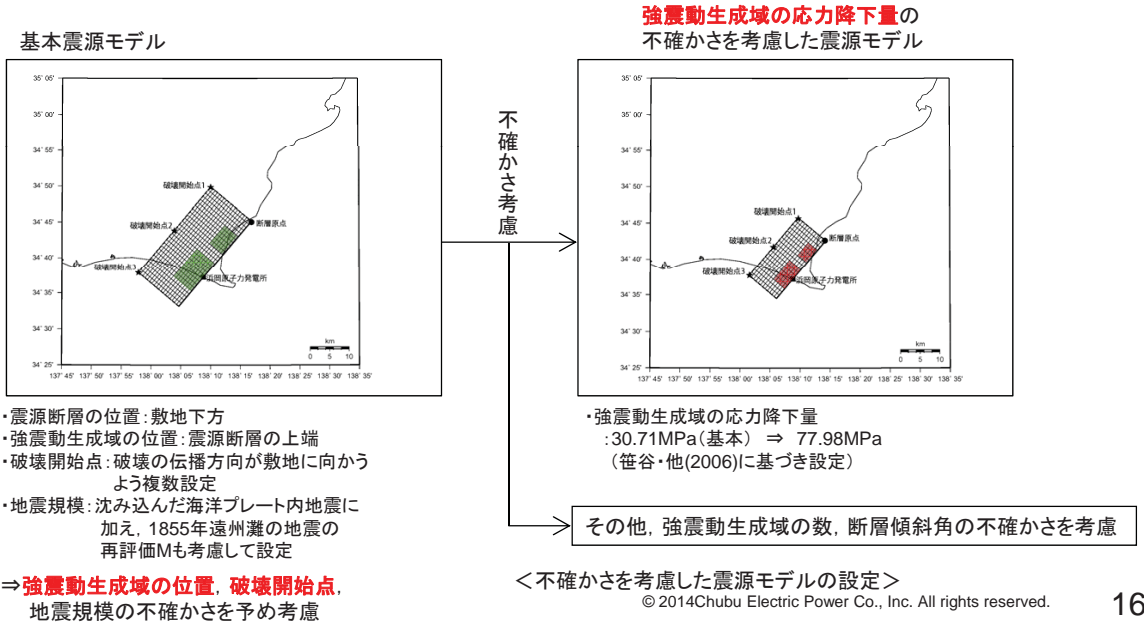
- ・強震動生成域の位置
: 過去の地震における強震動生成域の概ねの位置を踏まえ設定(基本) ⇒ 敷地下方

その他, プレート間地震と活断層との関連に係る不確かさを考慮

<不確かさを考慮した震源モデルの設定>

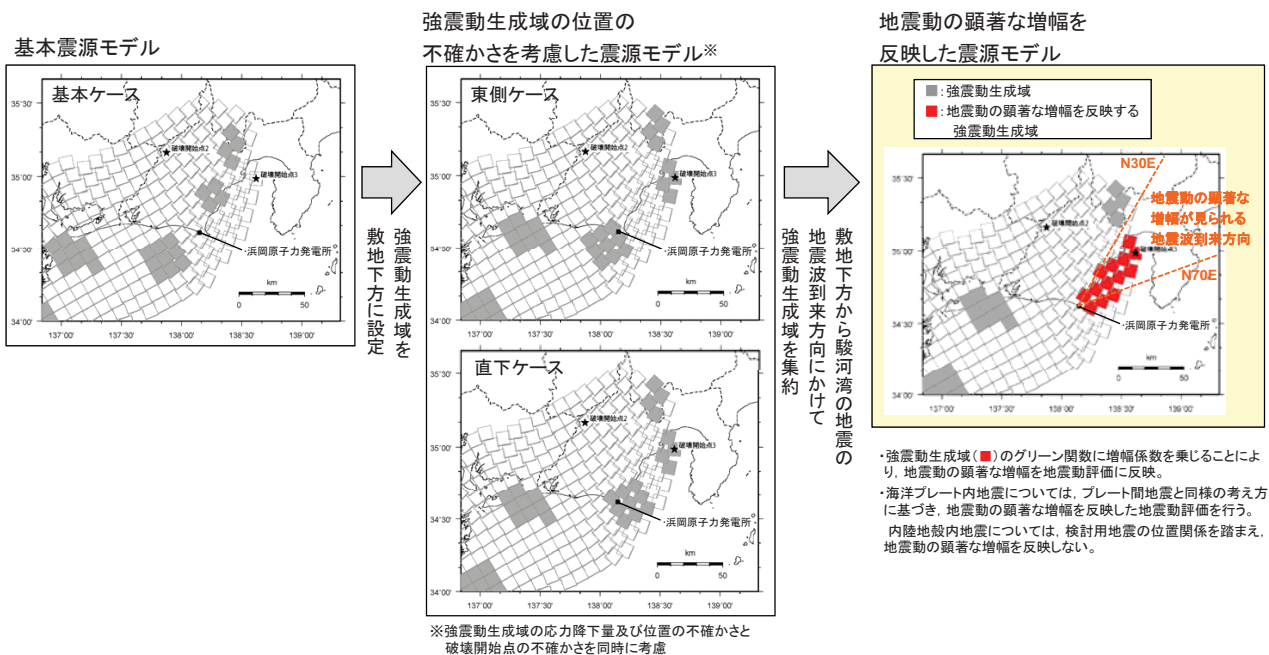
海洋プレート内地震の震源モデルの設定

- 沈み込む海洋プレート内地震(御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震)と沈み込んだ海洋プレート内地震(敷地下方の想定スラブ内地震)の震源モデルをそれぞれ想定し、敷地への影響が大きいと考えられる「敷地下方の想定スラブ内地震」を検討用地震として選定する。
- 「敷地下方の想定スラブ内地震」の基本震源モデルの設定に際して、2009年駿河湾の地震の震源特性を反映する。
- 強震動生成域の応力降下量の不確かさとして、基本震源モデルの震源特性に反映した2009年駿河湾の地震(沈み込んだ海洋プレート内の浅い地震)とは異なる震源特性(沈み込んだ海洋プレート内の深い地震)を考慮する。



地震動の顕著な増幅を踏まえた地震動評価

- プレート間地震の地震動評価において、敷地への影響が最も大きいケースは、強震動生成域の応力降下量及び位置の不確かさと破壊開始点の不確かさを同時に考慮した震源モデルであり、このケースに基づき、地震動の顕著な増幅を地震動評価に反映する



＜地震動の顕著な増幅を踏まえた震源モデルの設定(プレート間地震)＞

基準地震動の策定

- 敷地における異なる地震動の増幅特性を考慮して、地震動の顕著な増幅が見られない観測点に係る基準地震動Ss1及び地震動の顕著な増幅が見られる観測点に係る基準地震動Ss2をそれぞれ策定

<基準地震動Ss1>

・応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1※1

・・・Ss1-D_H, Ss1-D_V

・断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

・・・Ss1-1_H~Ss1-5_H, Ss1-1_V

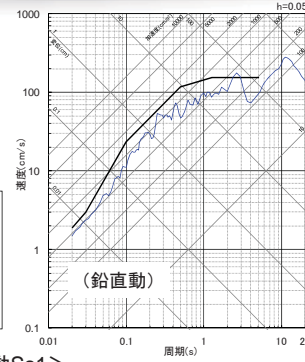
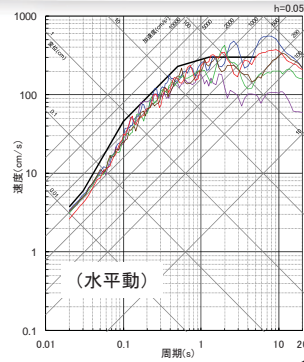
<基準地震動Ss2>

・応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2※2

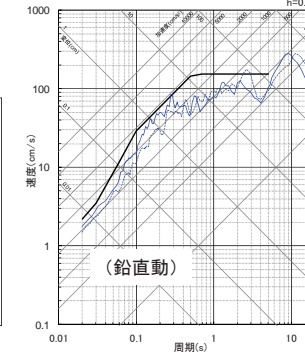
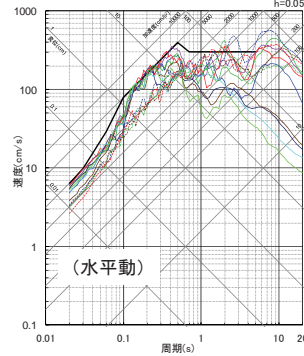
・・・Ss2-D_H, Ss2-D_V

・断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

・・・Ss2-1_H~Ss2-12_H, Ss2-1_V~Ss2-2_V



<基準地震動Ss1>



<基準地震動Ss2>

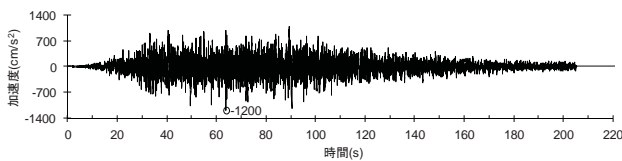
・「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトルは基準地震動Ss1-Dに包絡されるため、この「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の応答スペクトルで代表する

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

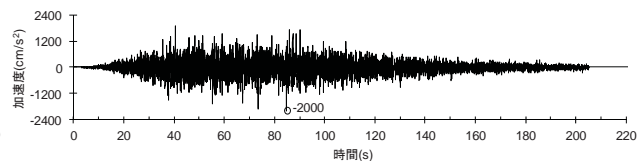
※1: 最大加速度 水平: 1,200gal, 鉛直: 600gal
 ※2: 最大加速度 水平: 2,000gal, 鉛直: 700gal

基準地震動の時刻歴波形

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動および断層モデルを用いた手法による基準地震動の加速度時刻歴波形のうち水平動の一例を以下に記載

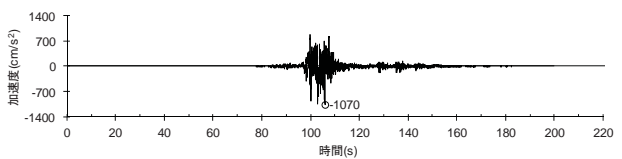


Ss1-D_H(水平動)

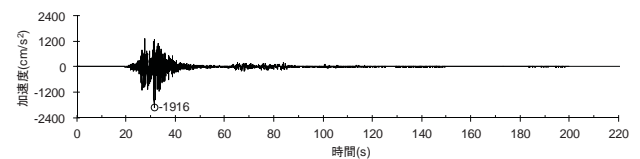


Ss2-D_H(水平動)

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動



Ss1-1_H(水平動)※1



Ss2-4_H(水平動)※2

断層モデルを用いた手法による基準地震動

※1: 南海トラフ最大クラス地震モデル(東側ケース), 破壊開始点1 EW

※2: 地震動の顕著な増幅を反映したプレート間地震の断層モデル, 破壊開始点3 EW

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

【4号炉原子炉建屋基礎地盤の安定性評価】

地震力に対する安定性評価結果

基準地震動を用いた動的解析の結果、評価基準値を満足していることを確認

評価項目	評価値	評価基準値
すべり安全率	4.6	1.5以上
基礎の支持力	1.3 N/mm ²	21.1 N/mm ² 以下
基礎底面の傾斜	1/8,400	1/2,000以下

【周辺斜面の安定性評価】

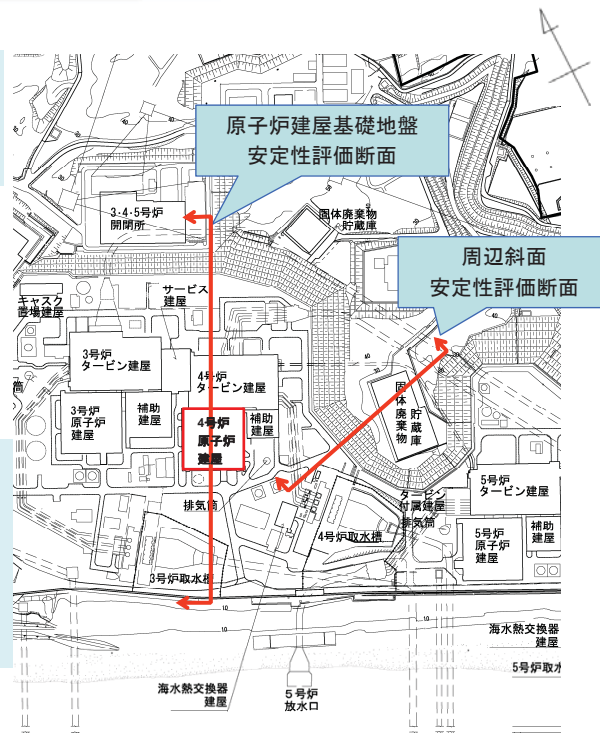
評価斜面の選定

耐震重要度分類Sクラス施設に近接する斜面である、4号炉取水槽の北側斜面を選定

地震力に対する安定性評価結果

基準地震動を用いた動的解析の結果、評価基準値を満足していることを確認

評価項目	評価値	評価基準値
すべり安全率	3.1	1.2以上



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

耐震設計

【耐震設計方針】

- **設計基準対象施設**は、耐震設計上の重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計
- **Sクラス施設**は、基準地震動Ssによる地震力に対して安全機能が損なわれないように設計

【耐震対策の実施状況】

- 2005年に耐震裕度向上のための地震動を設定し、2008年までに配管・電路類のサポート改造工事、排気筒の改造工事(周囲に支持鉄塔を追設しオイルダンパで接続)などを実施
- 2013年9月に新たに改造工事用地震動を設定し、配管・電路類サポート改造工事、5号炉周辺の防波壁地盤改良工事などを実施中

【工事の例】

- 配管サポート改造工事



工事前



工事後

- 排気筒改造工事



工事前

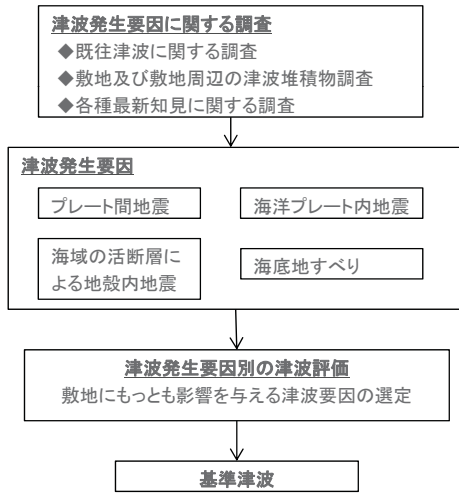


工事後

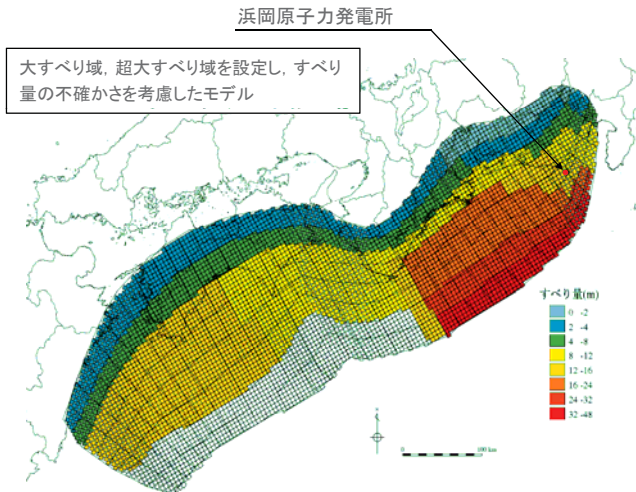
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

基準津波の検討・策定

- 津波発生要因に関する調査として、既往津波に関する調査、敷地及び敷地周辺の津波堆積物調査、各種最新知見に関する調査を実施し、敷地に影響を及ぼす可能性のある津波発生要因としてプレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震、海底地すべりを選定し、敷地への影響を確認
- プレート間地震については、南海トラフ・南西諸島海溝の地震などについて調査した結果、敷地に近い位置で発生し、敷地にもっとも影響を与える津波発生要因である「南海トラフ地震による津波」について不確かさを考慮した津波評価を実施



基準津波策定フローチャート

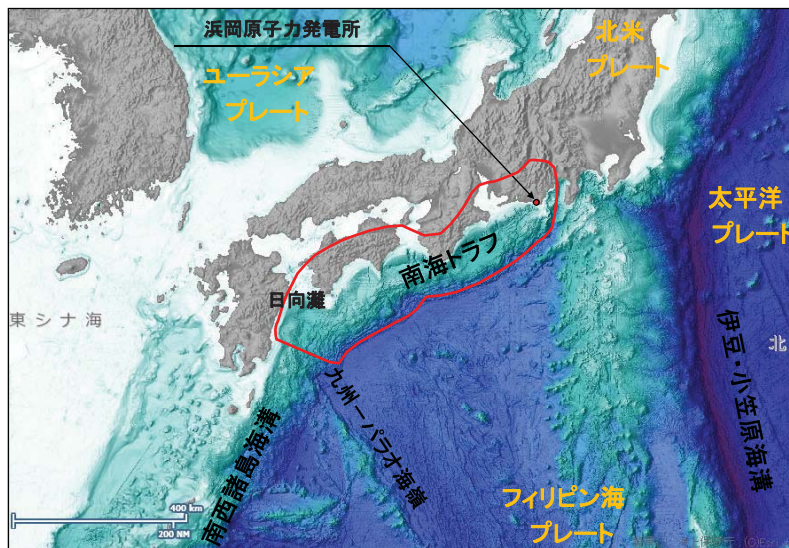


南海トラフのプレート間地震の津波波源モデル

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地に関わる津波発生要因

- 敷地の周辺では、南海トラフがフィリピン海プレートとユーラシアプレートとが接する境界に形成されている。南海トラフの南西側には南西諸島海溝がある。また、伊豆・小笠原海溝が太平洋プレートとフィリピン海プレートとが接する境界に形成されている。
- 南海トラフでは、M8クラスのプレート間地震が繰り返し発生しており、敷地に関わる津波発生要因としてプレート間地震が挙げられる。また、プレート間地震以外の津波発生要因として海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震、地すべりや火山現象が挙げられる。

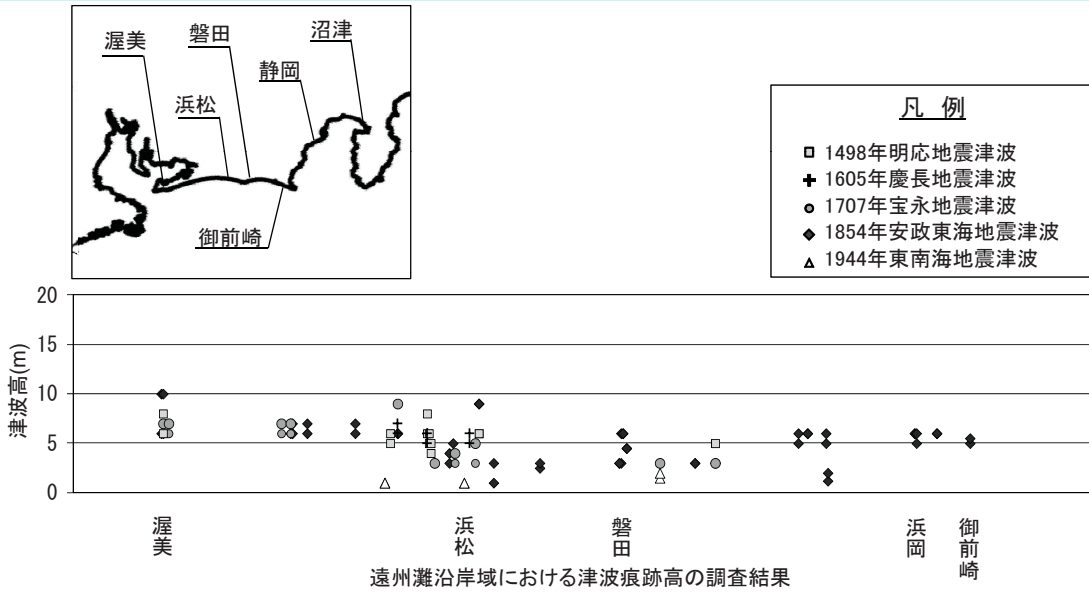


(海上保安庁「海洋台帳」を基に作成)
※地震調査委員会(2013)における南海トラフの最大クラスの地震の震源域を赤線で図示

日本列島周辺の海底地形 © 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

遠州灘沿岸域における津波痕跡

- 敷地が位置する遠州灘沿岸域における津波痕跡高は、概ね5～10m程度であり、1498年明応地震、1707年宝永地震及び1854年安政東海地震によるものが大きく、これらの津波については津波堆積物が発見されている。
- 敷地付近の津波痕跡高は1854年安政東海地震の御前崎市佐倉(旧浜岡町)における6mである。
- 藤原(2013)は津波堆積物調査を実施し、遠州灘沿岸域の浜松平野や太田川低地では過去約4,000年間について海岸砂丘などの浜堤列を越えるような巨大な津波を示唆する痕跡は確認されないとしている。



© 2013Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地及び敷地周辺の津波堆積物調査

- 敷地及び敷地周辺の津波堆積物調査として、敷地の東側及び西側、箆川流域、新野川流域、菊川流域において沖積低地の泥層を対象にボーリング調査を実施。
- 津波起因の可能性が否定できない堆積物(以下「イベント堆積物」という。)を検討した結果、堆積当時の海面高さや海岸線などの地形も踏まえると、歴史津波に示された既往津波より規模が大きな津波を示唆する痕跡は確認されなかった。

敷地及び敷地周辺の津波堆積物調査の結果



(国土地理院1:25,000地形図を基に作成)

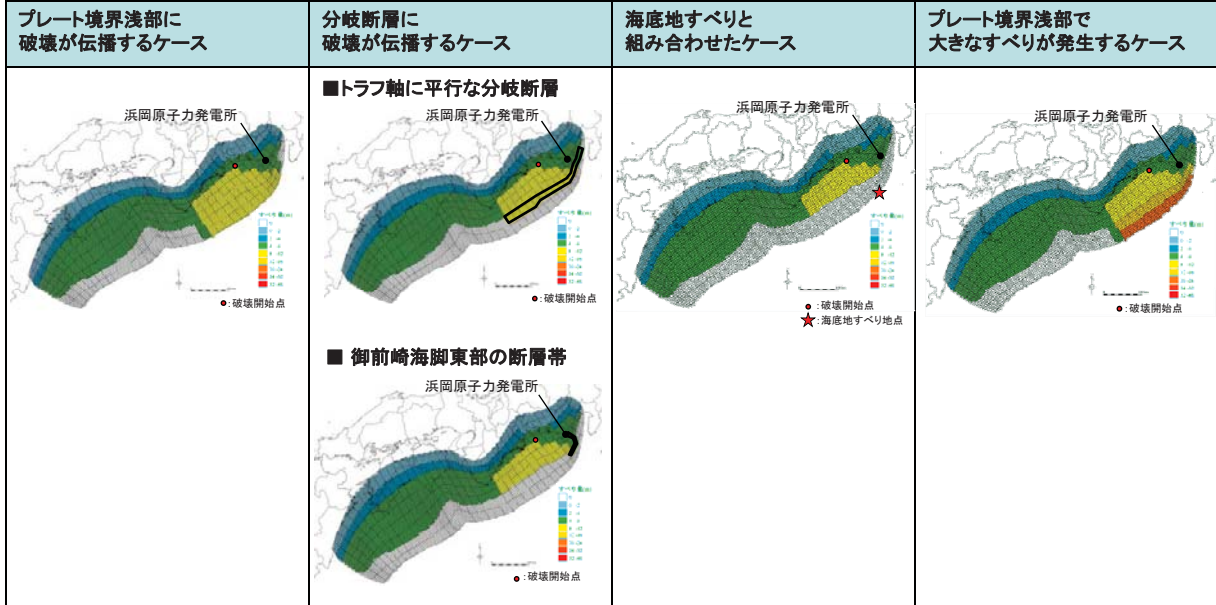
敷地及び敷地周辺の津波堆積物調査の調査地点

	イベント堆積物の有無		イベント堆積物の年代	イベント堆積物の標高 ()内は現在の標高
	地形が現在と概ね同じ時代	地形が現在と異なる時代		
敷地東側	無	有	約6,000年前	約0~8m ^{※1} (約5~13m)
敷地西側	無	有	約6,000年前	約1~5m ^{※1} (約6~10m)
箆川流域	無	無	—	—
新野川流域	無	無	—	—
菊川流域	有		約2,000年前以降	約3~4m未満 ^{※2} (約3~4m)
	無	有	約3,000年前以前	約1~3m未満 ^{※2} (約1~3m)

※1 約6千年前(縄文海進期)の標高(現在の標高より5m程度低いと推定)を考慮(杉山ほか(1988))
 ※2 縄文海進期以降の標高(現在の標高より低いと推定)を考慮

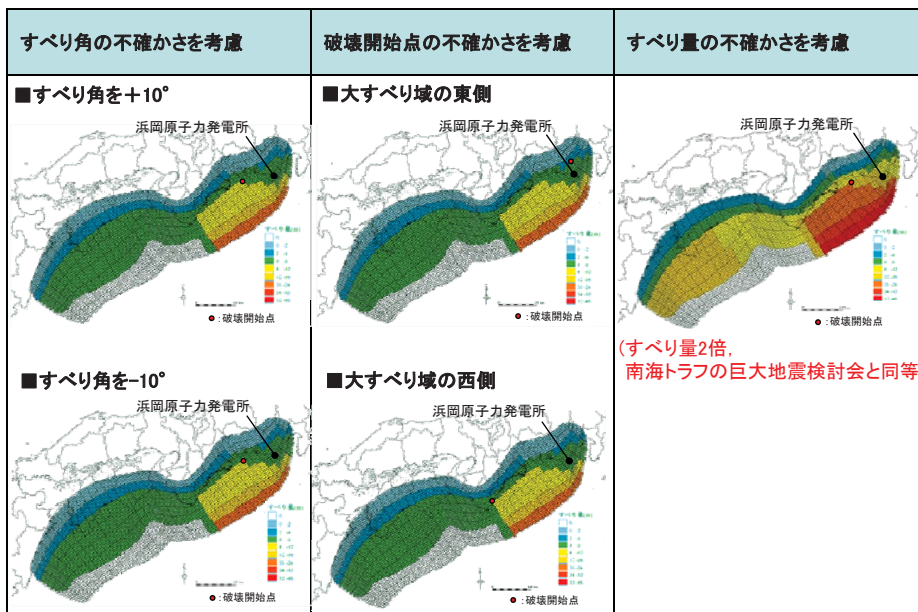
プレート間地震: 波源モデルの設定②

■不確かさの考慮について、南海トラフのプレート間地震の断層破壊形態は、深さ10km以深の主要断層のみが破壊するケースのほか、津波に及ぼす影響が大きい断層破壊形態として、深さ10km以浅の「プレート境界浅部にまで破壊が伝播するケース」及び「分岐断層に破壊が伝播するケース」があることから、これらのケースを考慮。また、「海底地すべりと組合せたケース」を考慮。更に、日本海溝で発生した2011年東北地方太平洋沖地震においてプレート境界浅部で大きなすべりが発生した事例を踏まえ、安全評価上、不確かさの考慮として「プレート境界浅部で大きなすべりが発生するケース」を考慮。



プレート間地震: 波源モデルの設定③

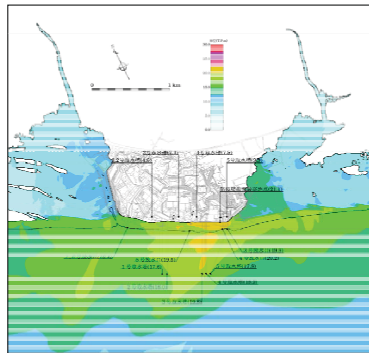
■更に、これらのケースのうち、敷地に最も大きな影響を与えると考えられる「プレート境界浅部で大きなすべりが発生するケース」について、すべり角、破壊開始点、すべり量の不確かさを考慮。すべり量の不確かさは、「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による津波断層モデルを踏まえ、「プレート境界浅部で大きなすべりが発生するケース」の各小断層のすべり量を全て2倍にしたケースを考慮。このケースは、「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による津波断層モデルと同等のモデルである。



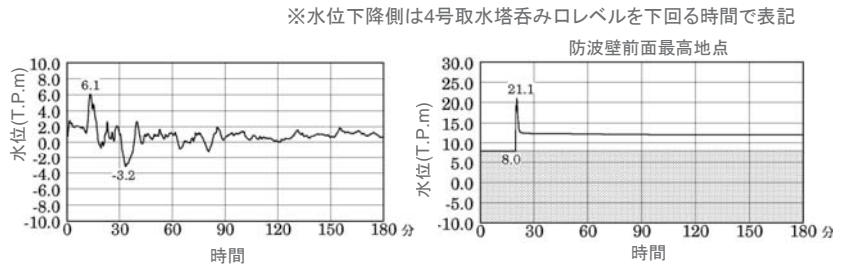
■津波評価結果

水位上昇、下降のどちらに対しても、敷地への影響がもっとも大きいのは「南海トラフ地震による津波」となり、基準津波高さは沖合10km地点でT.P.+6.1m
この基準津波による敷地前面での最大上昇水位は、防波壁前面の位置でT.P.+21.1m

検討対象津波要因	検討ケース	最大影響要因	水位上昇側		水位下降側
			防波壁前面	4号取水槽	4号取水塔呑み口レベル
プレート間地震	南海トラフの地震		21.1m	7.9m	5分程度 (-7.5m)
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震		4.4m	3.3m	下回らない
海域の活断層による地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯		4.2m	2.5m	下回らない
海底地すべり	外縁隆起帯陸側斜面において地すべり地形と考えられる地形		3.3m	1.3m	下回らない



敷地前面の津波波高分布(最大水位上昇ケース)



基準津波(沖合10km地点)時刻歴波形

防波壁前面時刻歴波形

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

耐津波設計

【基準津波による遡上波の地上部からの流入防止対策】

津波防護施設の設置

- **防波壁**(敷地前面海側)・・・全長約1.6km, 高さT.P.+22m
- **改良盛土**(防波壁両端)・・・高さT.P.+22~24m
- **取水槽溢水防止壁**・・・高さT.P.+10m(3, 4号炉取水槽), T.P.+12m(5号炉取水槽)

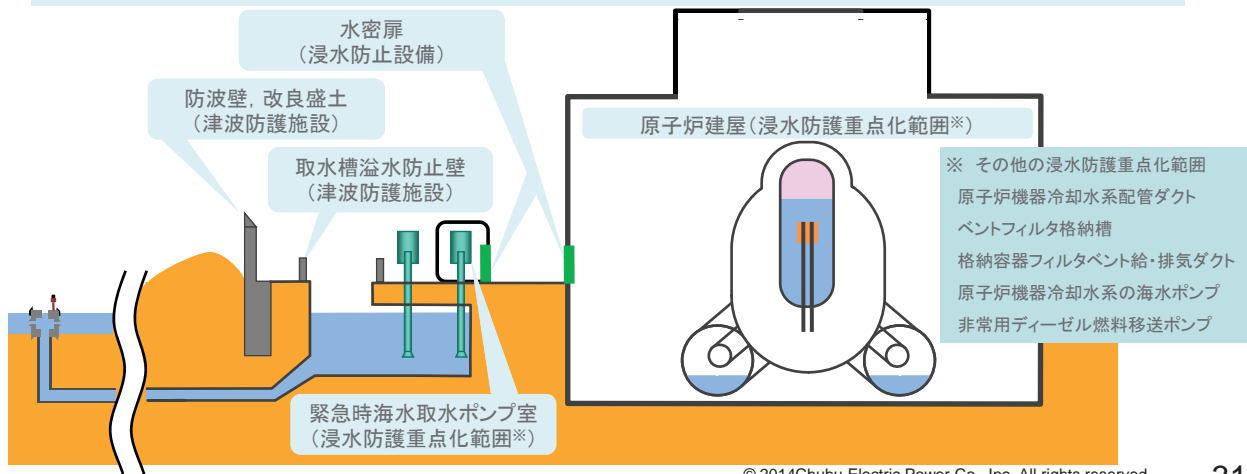
【地震、津波による溢水などの重要機能への影響防止対策】

- **浸水防護重点化範囲**の設定・・・原子炉建屋、海水熱交換器建屋、緊急時海水取水ポンプ室等 (Sクラス設備及び重大事故等対処設備を内包)

- **浸水防止設備**の設置・・・建屋外壁の水密扉など

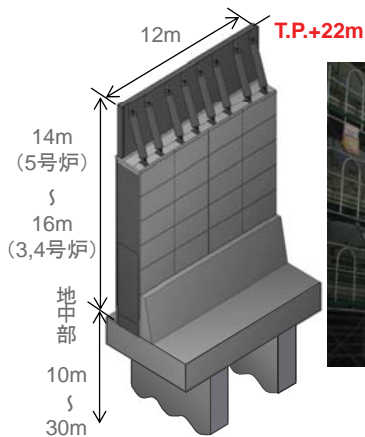
【原子炉機器冷却水系及び緊急時海水取水系の機能維持】

- 基準津波による水位低下に対して、海水ポンプの機能保持でき、かつ冷却に必要な海水を確保



© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

津波防護施設・浸水防止設備設置状況



津波防護施設(防波壁)設置状況



＜原子炉建屋大物搬入口の例＞

浸水防止設備(水密扉)設置状況

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

(2) 設計基準対象施設

- 自然現象(火山)に対する影響評価
- 自然現象(竜巻)に対する影響評価
- 外部火災に対する影響評価
- 内部溢水対策
- 内部火災対策

自然現象(火山)に対する影響評価

■地理的領域内の第四紀火山を調査し、火山事象の到達の可能性、到達した場合の影響について評価し、安全上重要な施設について安全機能が損なわれないことを確認

(1)発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域内に分布する第四紀火山から、将来の活動可能性が否定できない火山(検討対象火山)を抽出

第四紀火山:36火山

検討対象火山:12火山

(2)立地評価と影響評価の実施

12検討対象火山について過去の活動履歴や噴出物の分布等を調査し、敷地との位置関係等から「①立地評価」「②影響評価」を実施

①立地評価 (設計対応不可能な火山事象の評価)

- ・火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口等について検討



発電所への到達可能性が十分小さく、また、過去に到達もなく、モニタリングも不要と評価

②影響評価 (安全性に影響を与える可能性のある火山事象の評価)

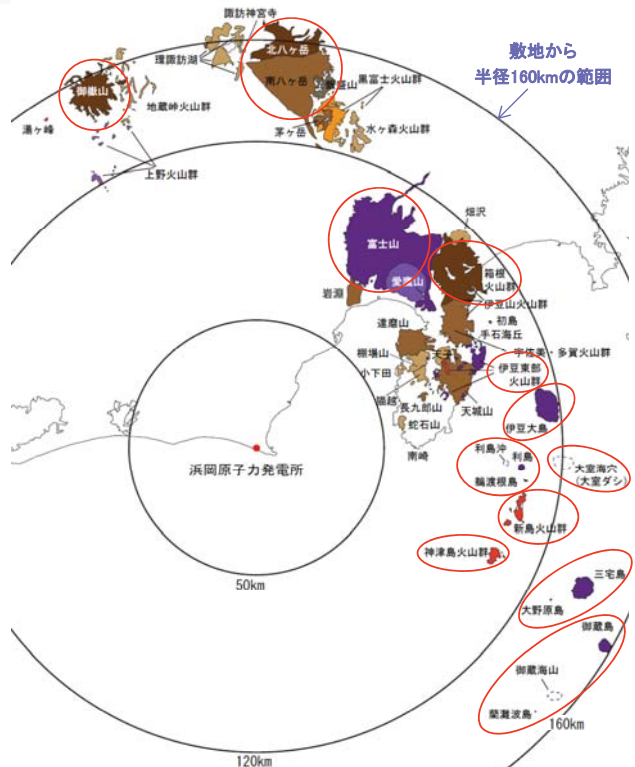
- ・発電所へ到達する可能性のある火山事象として降下火砕物事象を抽出
- ・文献調査、地質調査等より、降下火砕物の「降灰厚さの評価」、「物性値の測定」を実施



【降灰厚さ】10[cm] 【湿潤密度】約1.5[g/cm³] 等



安全上重要な施設に対して、降下火砕物の堆積荷重等の影響評価を実施し、安全機能が損なわれないことを確認



地理的領域内(半径160km)に分布する第四紀火山と検討対象火山(○が検討対象火山)
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

自然現象(竜巻)に対する影響評価

設計竜巻の評価

基準竜巻・設計竜巻の設定

- (1) 竜巻検討地域の設定
原子力発電所が立地する地域及び竜巻発生
の観点から特性が類似する地域を設定
- (2) 基準竜巻の最大風速の設定
(V_{b1} と V_{b2} のうち大きな風速)
 - ① 過去に発生した竜巻による最大風速(V_{b1})
藤田スケール3 (70~92m/s)
1999年9月24日 愛知県豊橋市
 - ② ハザード曲線による最大風速(V_{b2})
観測記録の統計処理により評価
(年超過確率 10^{-5} /年)
- (3) 設計竜巻の最大風速を決定
地形効果による竜巻の増幅特性等を考慮し、
設計竜巻の最大風速(100m/s)を決定

竜巻防護設備

建屋、構築物等	設備等
原子炉建屋	海水取水ポンプ
海水熱交換器建屋	軽油タンク 等

設計評価及び対策

設計竜巻荷重の設定

- ① 風圧力による荷重の設定
- ② 気圧差による荷重の設定
- ③ 飛来物(*)の衝突による衝撃荷重の設定
(*) 鉄パイプ、鋼製材等
浜岡原子力発電所の飛来物調査結果に基づき設定

設計評価

- (1) 設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定
- (2) 構造健全性の確認



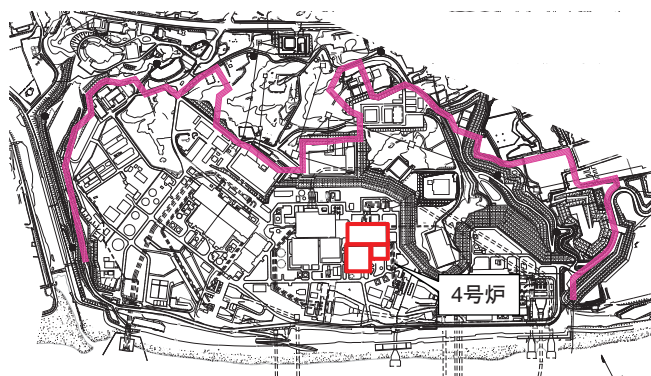
対策(例)

- ・海水取水ポンプ及び周辺の配管等に対する飛来物防護対策
- ・軽油タンク及び周辺の配管等に対する飛来物防護対策

- 外部火災の影響評価の対象事象について、原子炉施設への影響を評価

【対象事象】

- ① 発電所敷地外での出火を想定した森林火災
- ② 発電所周辺の近隣工場等での火災爆発
— 石油コンビナート等の大規模な工場
- ③ 航空機落下確率が 10^{-7} 回/炉・年以上となる範囲に落下した航空機による火災



防火帯設定のイメージ

【評価】

- 影響評価対象事象による原子炉施設への影響がないことを確認

対象事象	影響評価
① 森林火災	敷地内の植生へ延焼した場合であっても、防火帯により、原子炉施設の安全性が損なわれることはない
② 工場等の火災	発電所周辺に考慮すべき石油コンビナート等はない
③ 航空機落下	航空機の落下による火災に対して、原子炉施設の安全性が損なわれることはない

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

内部溢水対策

【新規制基準の要求事項】

- 原子炉施設内において溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないこと
- 配管等の破損によって、放射性物質を含む液体があふれた場合において、その液体が管理区域外へ漏えいしないこと

【想定事象】

- 配管等の損傷、消火活動による放水等、原子炉施設内部での溢水事象（地震に起因するものを含む）

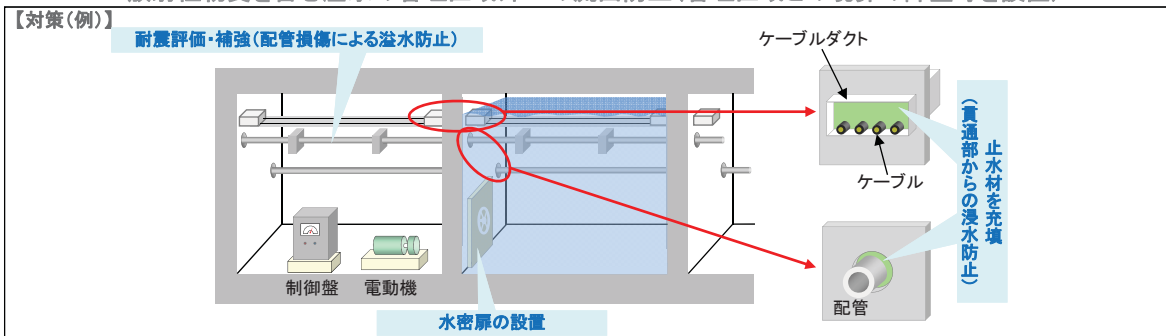
【対策(例)】

<安全機能>

- 水密扉の設置
- 配管等の壁貫通部からの浸水防止対策
- 配管等の耐震評価、補強

<流出防止>

- 放射性物質を含む溢水の管理区域外への流出防止（管理区域との境界の障壁等を設置）



© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

■ 火災により原子炉施設の安全性が損なわれないよう、以下の3つの対策を実施

①火災発生防止

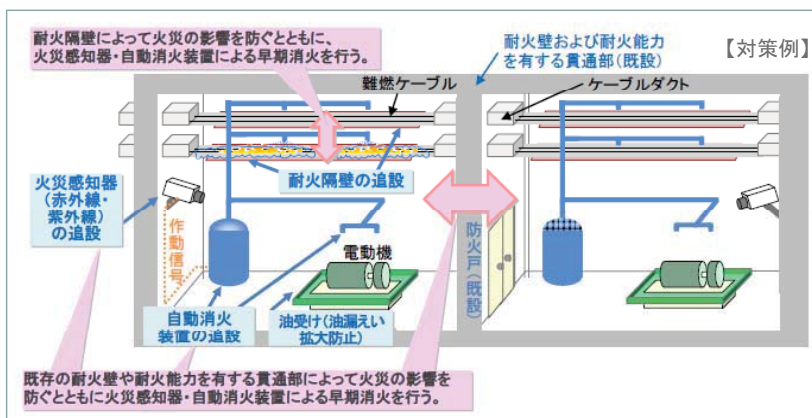
- 発火性又は引火性物質を内包する系統・・・漏えい防止対策等を行うよう設計
- 電気機器等・・・系統の地絡、短絡等に起因する過電流による過熱を防止するよう設計
可能な限り難燃ケーブルを使用

②火災感知及び消火

- 火災感知器・自動消火設備を追設

③火災の影響軽減

- 火災区域等及び隣接する火災区域等における火災による影響に対し、耐火隔壁の追設等を実施



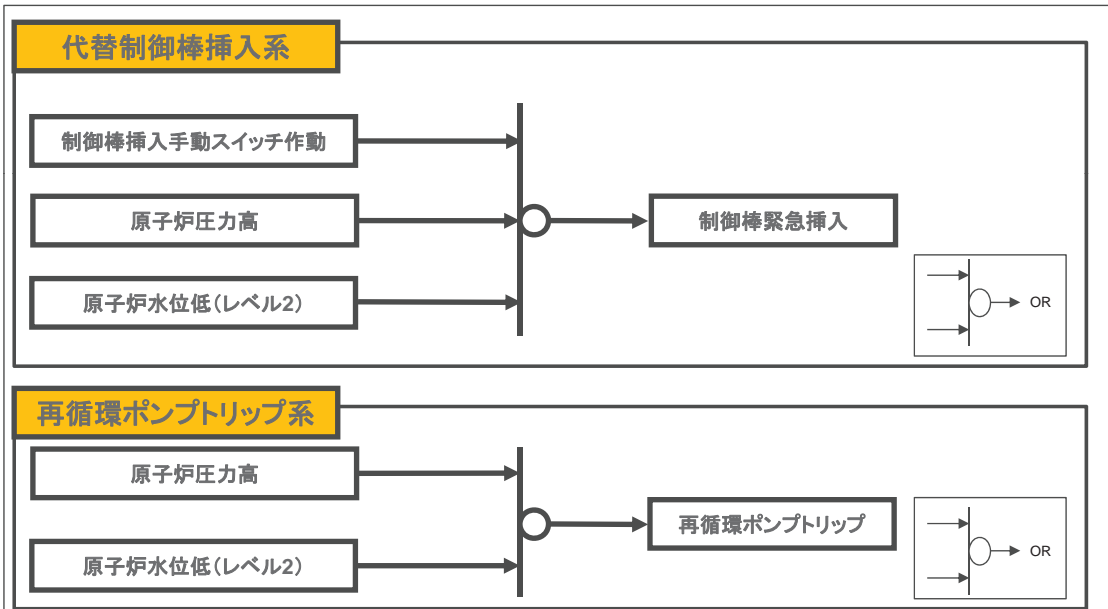
© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

(3) 重大事故等対処施設

- 原子炉停止機能に係る対策
- 炉心冷却機能に係る対策
- 原子炉格納容器の健全性維持に係る対策
- その他関連機能に係る対策
- 重大事故等に対処するための技術的能力
- 重大事故等対策の有効性評価

- 運転時の異常な過渡変化時において、原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても、炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉代替停止系を設置

【構成】 代替制御棒挿入系、再循環ポンプトリップ系及びほう酸水注入系

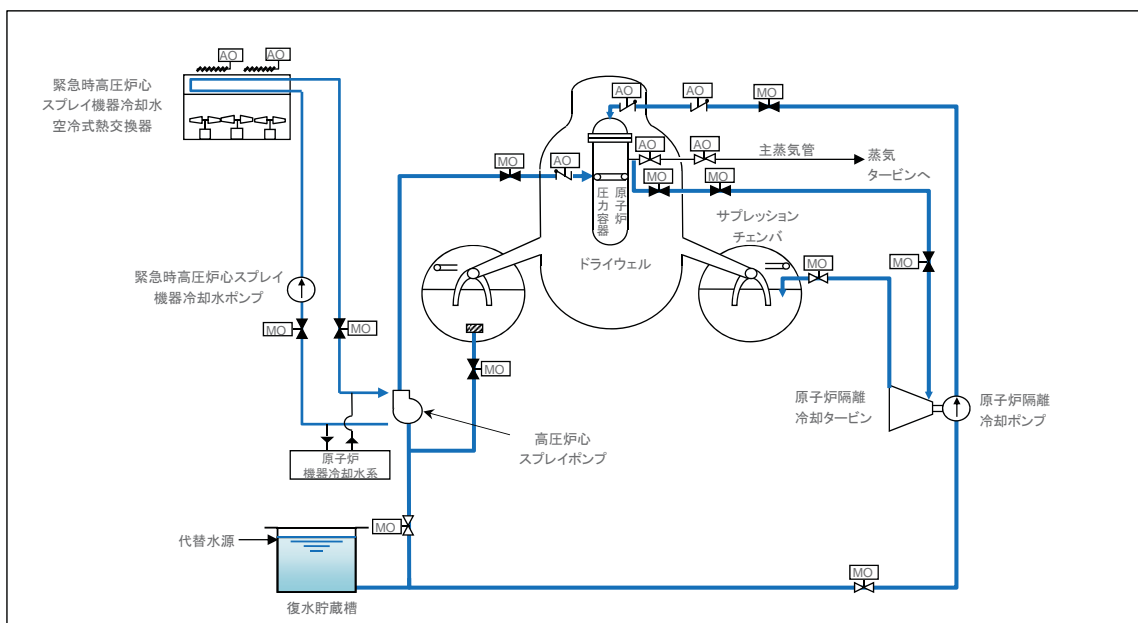


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

炉心冷却機能に係る対策 (原子炉高圧時の冷却機能(1/2))

- 原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、全交流動力電源喪失及び常設直流電源系統喪失により設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉高圧代替注水系を設置

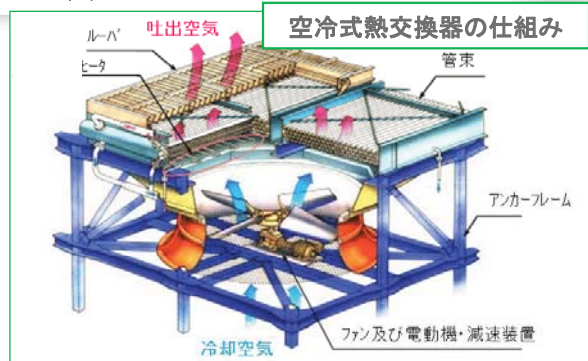
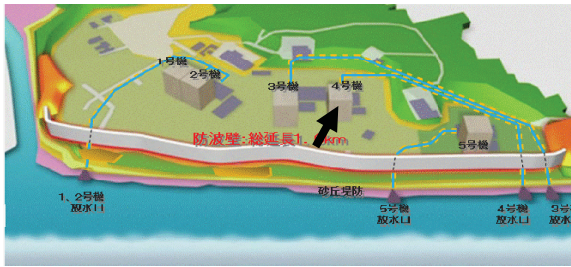
【構成】 原子炉隔離冷却系、高圧炉心スプレイ系及び緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系



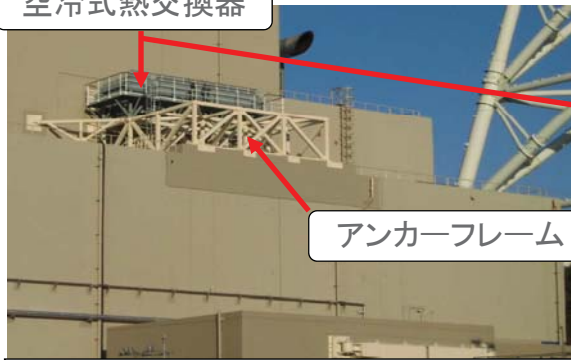
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

炉心冷却機能に係る対策 (原子炉高圧時の冷却機能(2/2))

●緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水空冷式熱交換器



空冷式熱交換器



本設備は、格納容器下部注水設備として使用する余熱除去系の機器から発生する熱を除熱する機能も有する

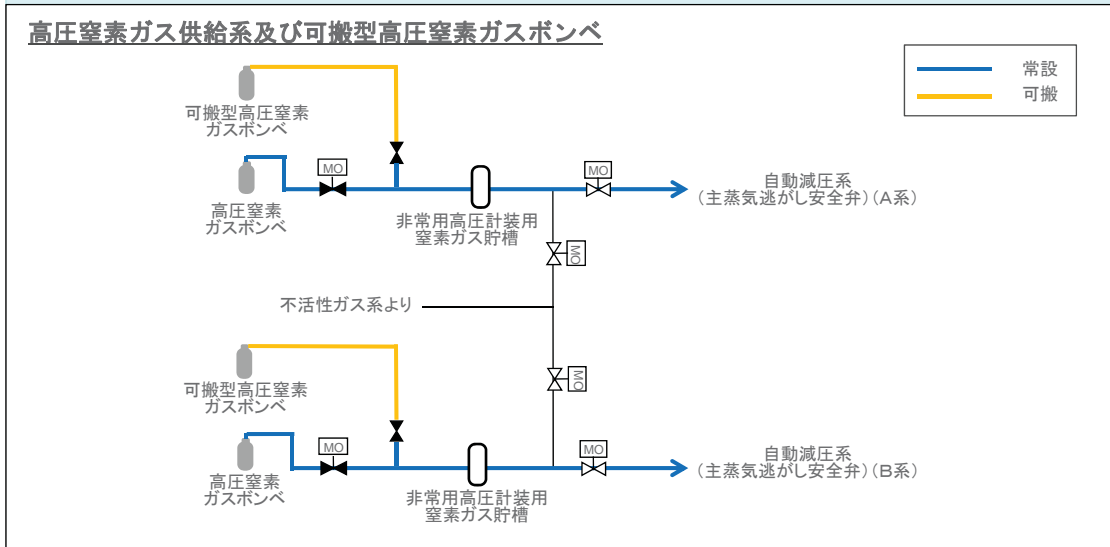
原子炉建屋中間屋上 (T.P.+22.8m)

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

炉心冷却機能に係る対策 (原子炉の減圧機能)

■ 原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の減圧機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉代替減圧系を設置

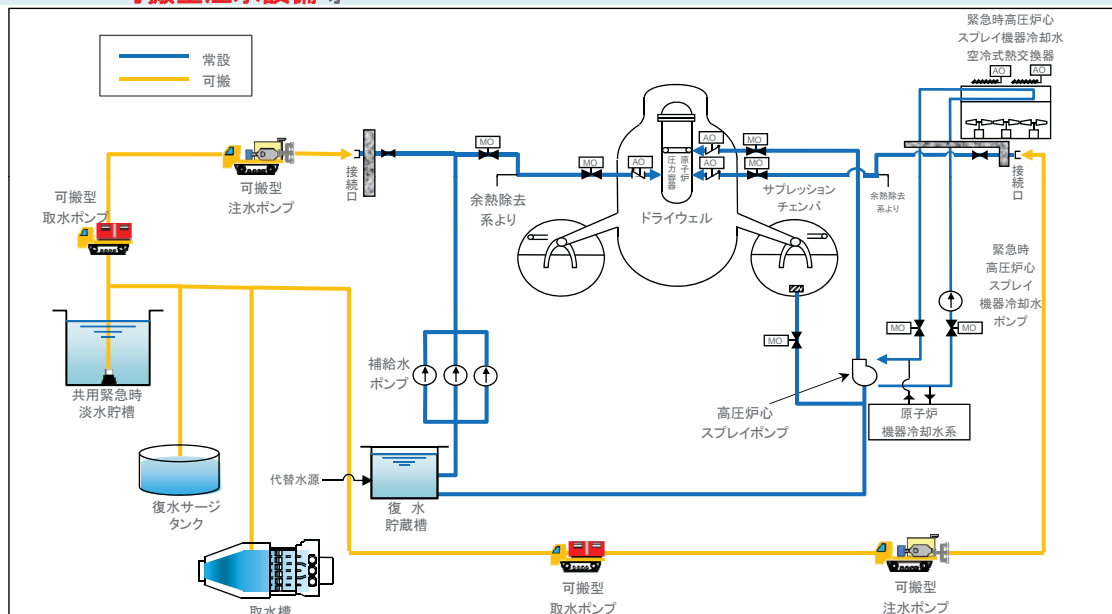
【構成】 原子炉自動減圧インターロック、可搬型蓄電池、高圧窒素ガス供給系 (高圧窒素ガスポンプ、非常用高圧計装用窒素ガス貯槽、配管等) 及び可搬型高圧窒素ガスポンプ



© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

- 原子炉冷却材圧カバウンダリが低圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉低圧代替注水系を設置

【構成】 補給水系、高圧炉心スプレィ系、緊急時高圧炉心スプレィ機器冷却水系、可搬型注水設備等



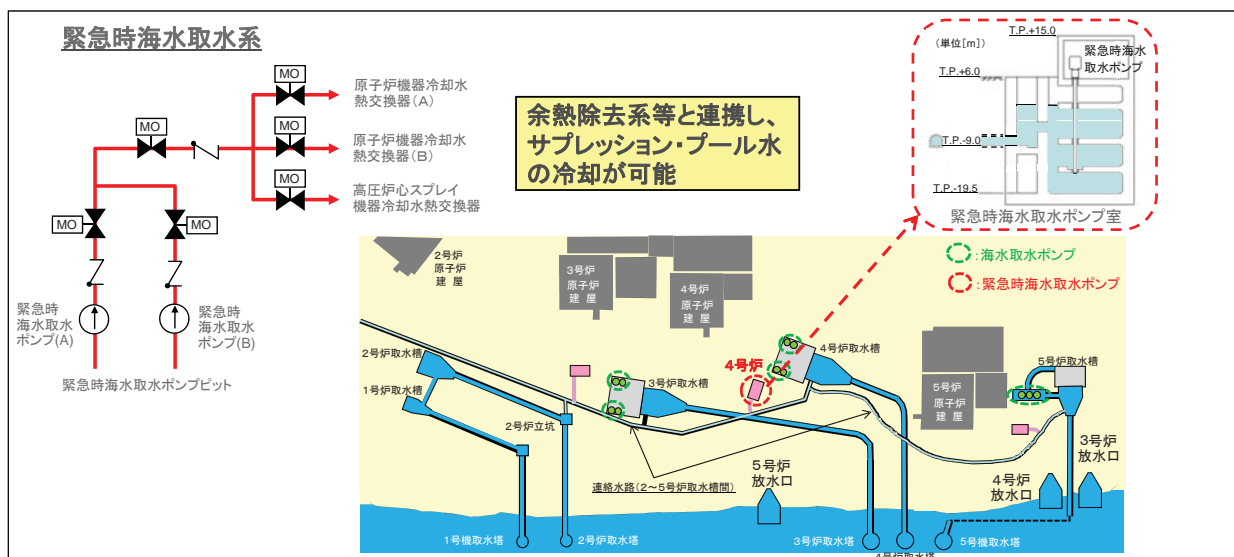
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策（最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能）（1/3）

- 設計基準事故対処設備が有する最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損（炉心の著しい損傷が発生する前に生ずるものに限る）を防止するため、最終ヒートシンク代替熱輸送系を設置

【構成】 緊急時海水取水系及び格納容器フィルタベント系

- 緊急時海水取水系は、原子炉機器冷却系の海水取水機能が喪失した場合にも、原子炉機器冷却水系及び余熱除去系と連携して、原子炉内で発生した崩壊熱その他非常用機器から発生する熱を海へ輸送することが可能



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能) (2/3)

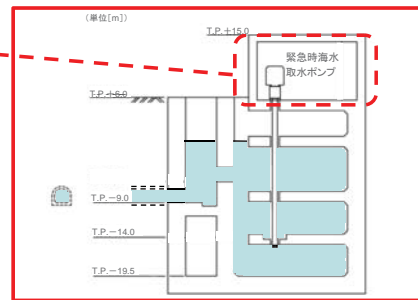
● 緊急時海水取水系



緊急時海水取水ポンプ室 (防水構造の建屋)



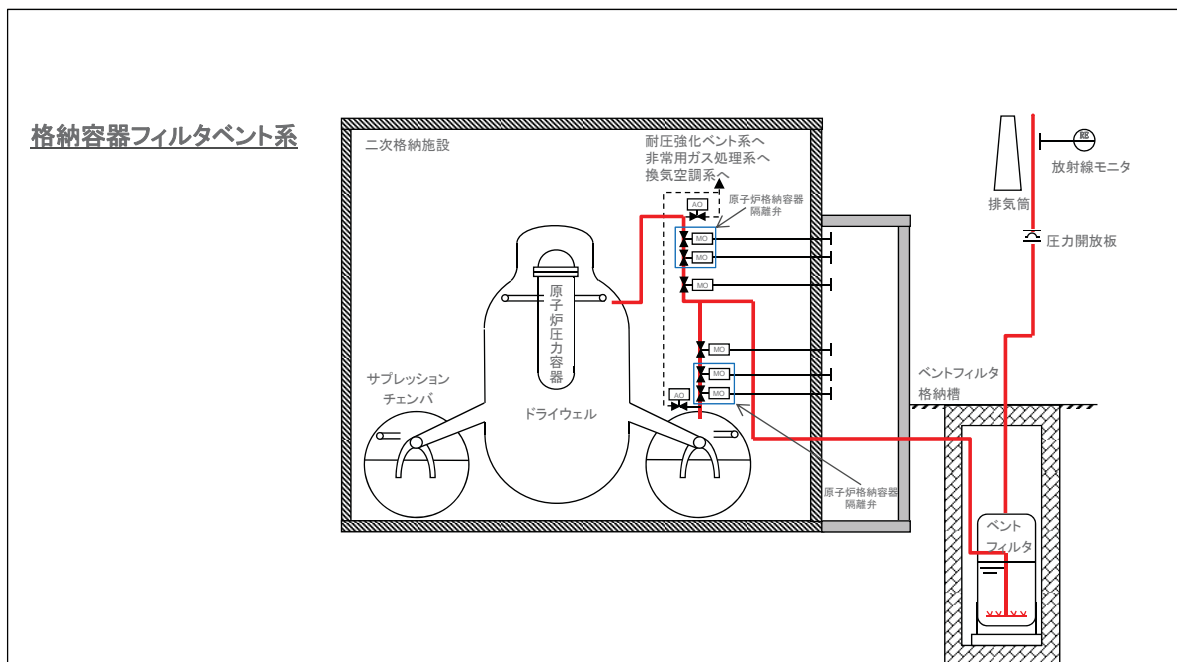
緊急時海水取水ポンプ



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能) (3/3)

- **格納容器フィルタベント系**は、最終的な熱の逃がし場として海へ熱を輸送する機能が喪失した場合にも、原子炉格納容器内に蓄積した熱を大気へ輸送することが可能

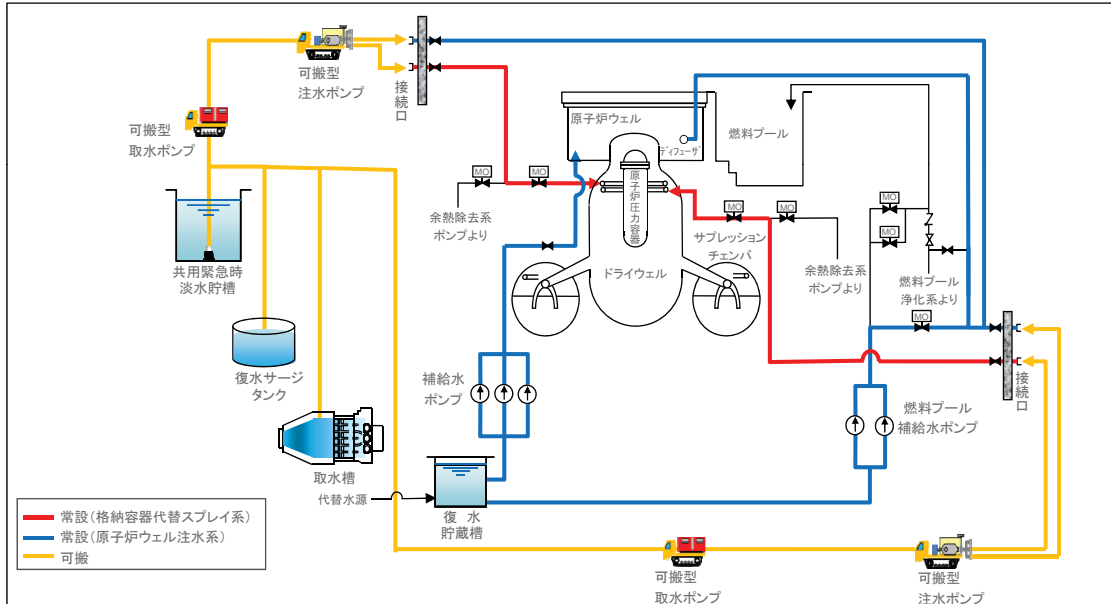


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (格納容器を冷却する機能)

- 設計基準事故対処設備が有する原子炉格納容器内の冷却機能が喪失した場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合においても、それぞれ炉心の著しい損傷又は原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器代替冷却系を設置

【構成】 格納容器代替スプレイ系及び原子炉ウェル注水系

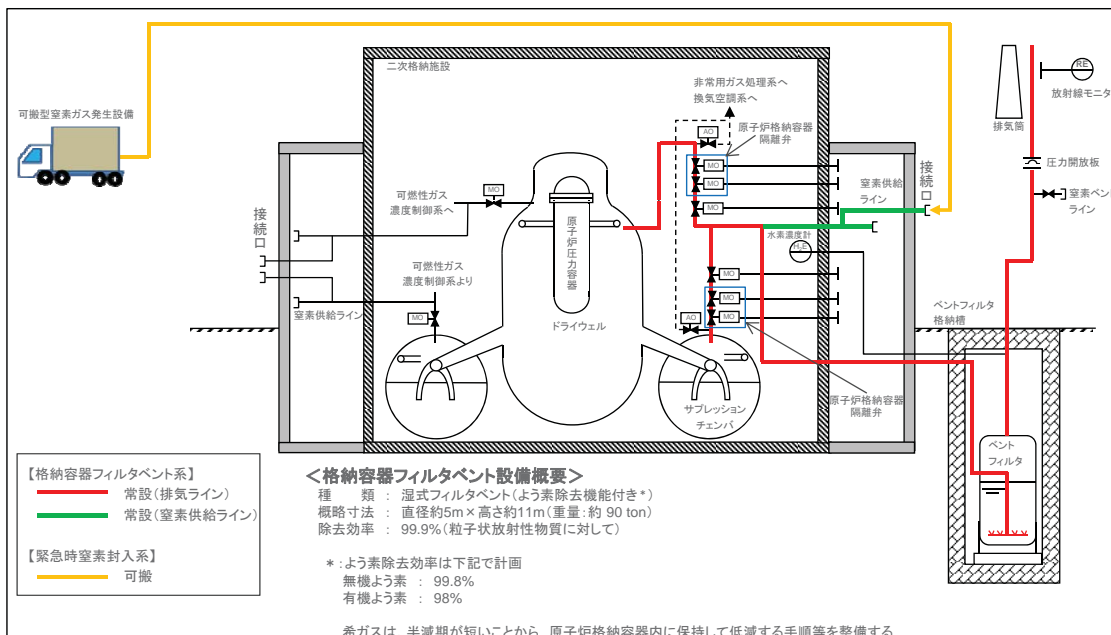


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (格納容器の過圧破損を防止する機能)

- 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、原子炉格納容器の過圧破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させる設備として、格納容器過圧破損防止系を設置

【構成】 格納容器フィルタベント系及び緊急時窒素封入系

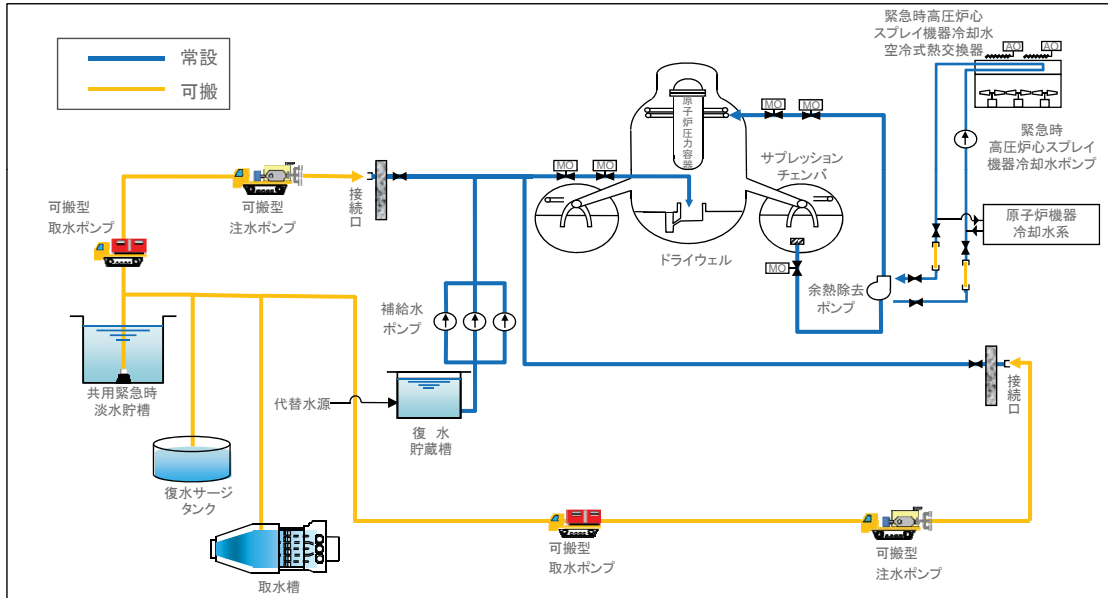


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (格納容器下部の溶融炉心を冷却する機能)

■ 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器下部に落下する溶融炉心を冷却する設備として、格納容器下部注水系を設置

【構成】 補給水系、余熱除去系(格納容器スプレイ冷却モード)、緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系、可搬型注水設備等

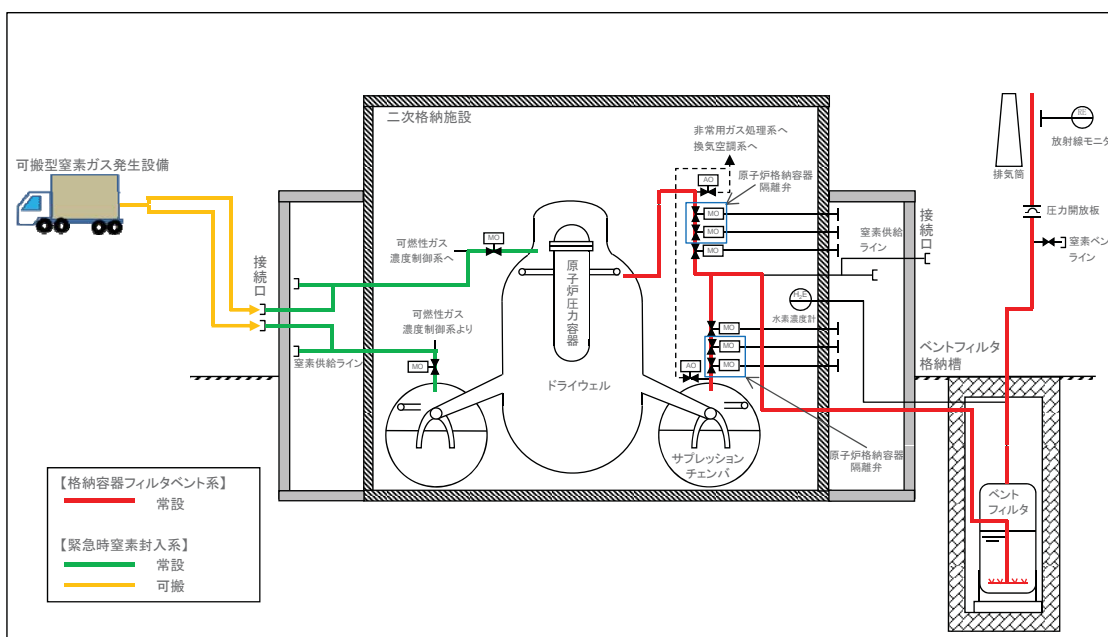


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (水素爆発による格納容器の破損を防止する機能)

■ 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器水素燃焼防止系を設置

【構成】 格納容器フィルタベント系及び緊急時窒素封入系

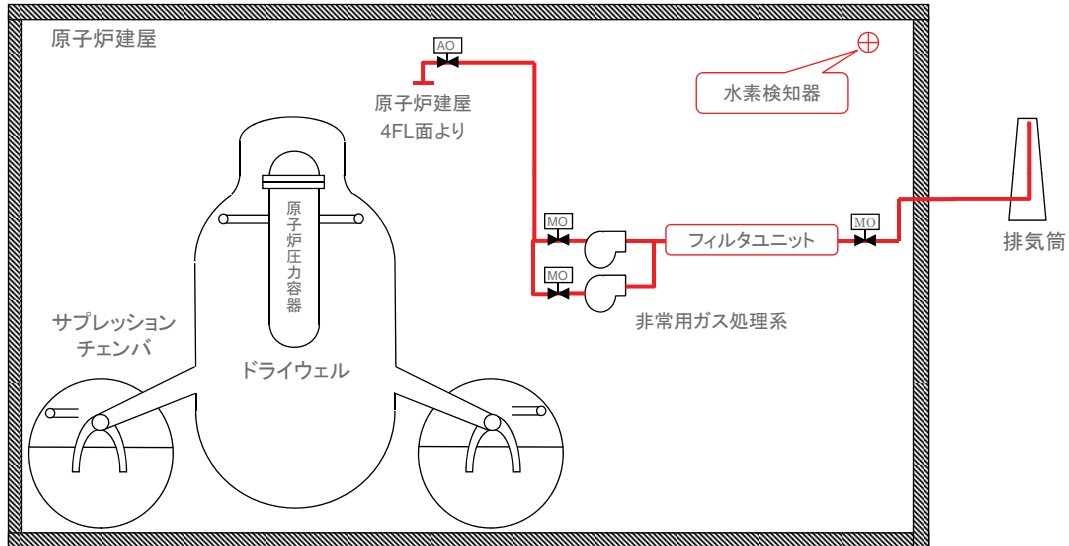


© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (水素爆発による原子炉建屋の損傷を防止する機能)

- 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、原子炉格納容器から漏れいする水素の爆発による原子炉建屋の損傷を防止するため、原子炉建屋水素燃焼防止系を設置

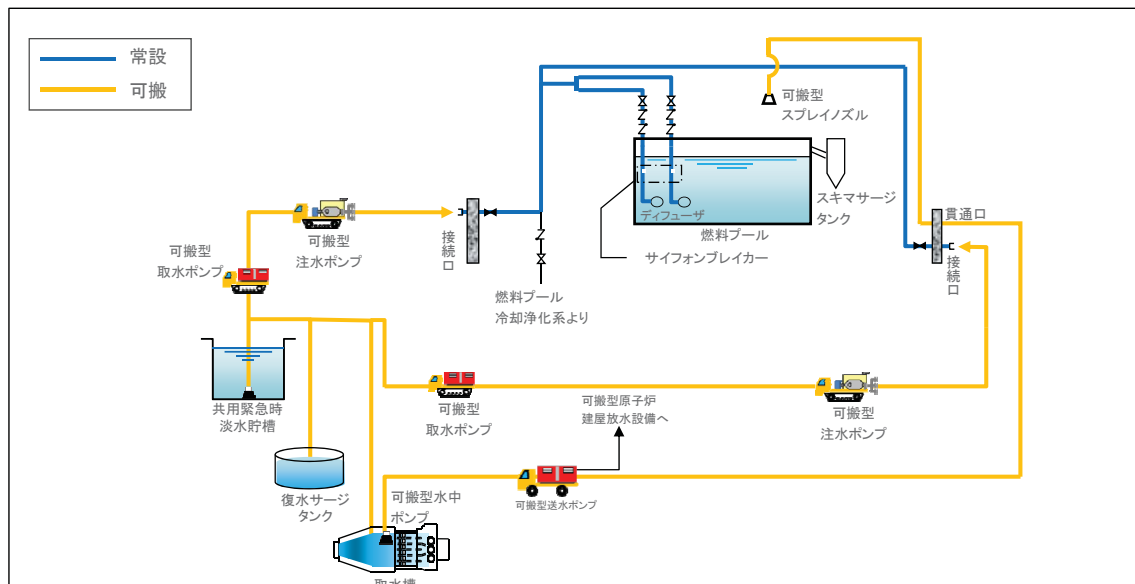
【構成】非常用ガス処理系及び原子炉建屋内水素ガス濃度計



その他の関連機能に係る対策 (燃料プールの冷却機能)

- 燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失し、又は燃料プールからの小規模な漏れいがあった場合においても、燃料を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するため、更には、燃料プールからの大量の漏れいその他の要因により燃料プールの水位が維持できない場合においても、燃料の著しい損傷を緩和するため、燃料プール代替冷却系を設置

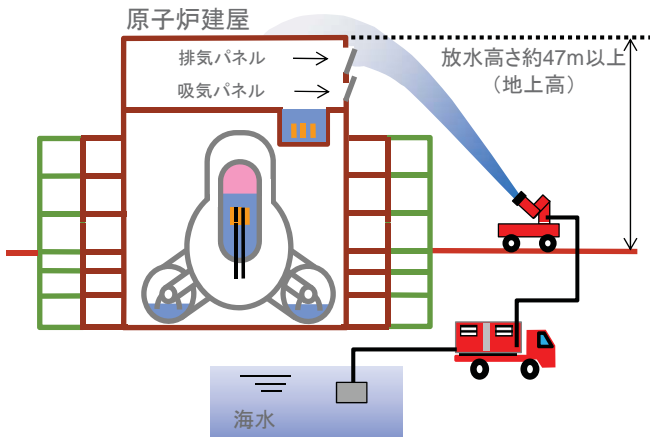
【構成】燃料プール代替注水系(可搬型注水設備等)、可搬型燃料プールスプレイ設備等



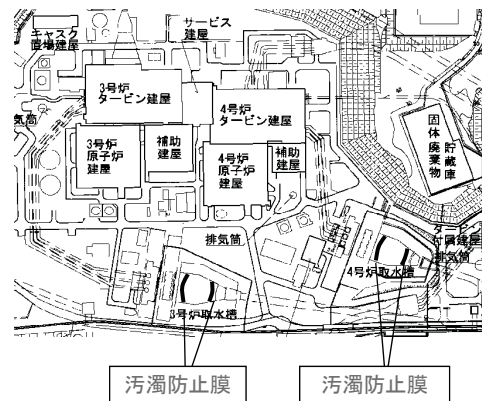
その他の関連機能に係る対策 (発電所外への放射性物質の拡散を抑制する機能)

- 炉心の著しい損傷及び格納容器破損又は燃料プール内の燃料体等の著しい損傷に至った場合において、発電所敷地外への放射性物質の拡散を抑制するための、以下の対策を実施
 - 可搬型原子炉建屋放水設備：可搬型水中ポンプ、可搬型送水ポンプ、ホース、放水装置等
 - ・代替水源(取水槽)から取水し、原子炉建屋開口部等へ放水(放水高さ 約47m以上(地上高))
 - ・原子炉建屋周辺における航空機燃料火災の消火が可能なように、泡混合設備等を配備し、泡放射を行う
 - 原子炉建屋ベント系：原子炉建屋ベント吸気パネル・原子炉建屋ベント排気パネル
 - 原子炉建屋外壁に設置したパネルを開放し、上記放水設備と連携して、原子炉建屋からの放射性物質の拡散を抑制
 - 可搬型海洋拡散抑制設備：汚濁防止膜
 - 上記放水設備により原子炉建屋へ放水し、構内排水路等へ流れ込んだ放射性物質を含む水の海洋への拡散を抑制

【可搬型原子炉建屋放水設備、原子炉建屋ベント系】



【可搬型海洋拡散抑制設備】



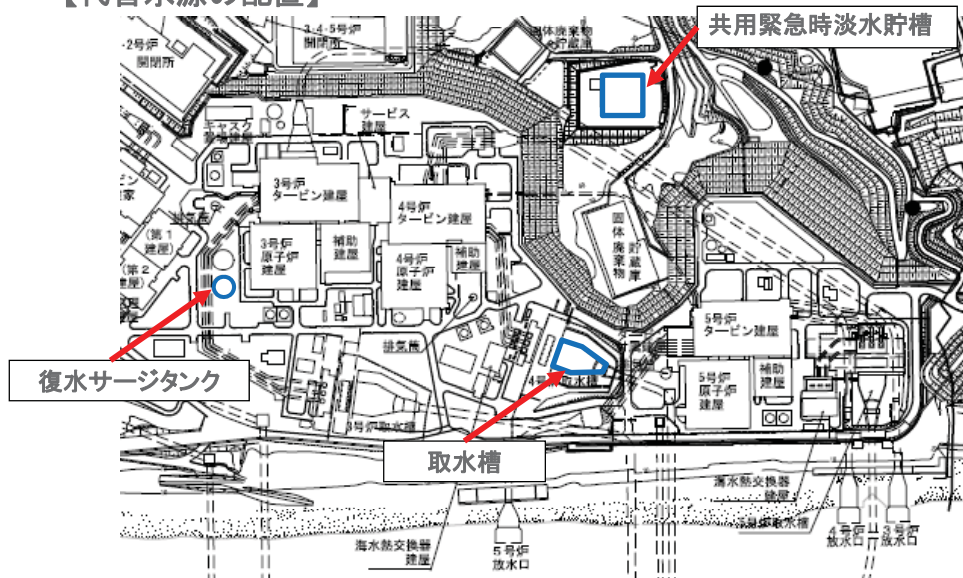
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (代替水源の確保(1/2))

- 設計基準事故の収束に必要な水源とは別に、重大事故等の収束に必要な十分量の水を有する水源を確保するため、代替水源を設置

【構成】復水サージタンク、共用緊急時淡水貯槽、取水槽及び代替水源移送系

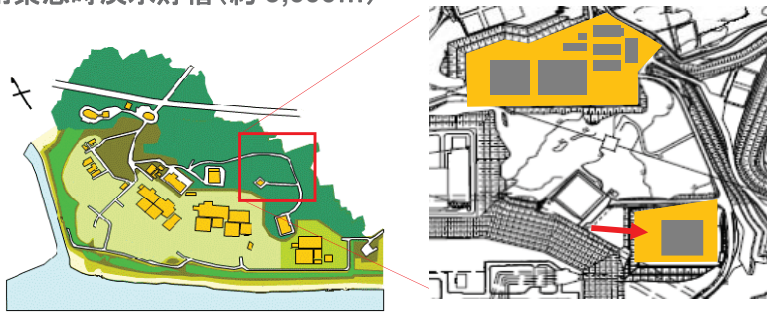
【代替水源の配置】



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (代替水源の確保(2/2))

● 共用緊急時淡水貯槽(約 9,000m³)



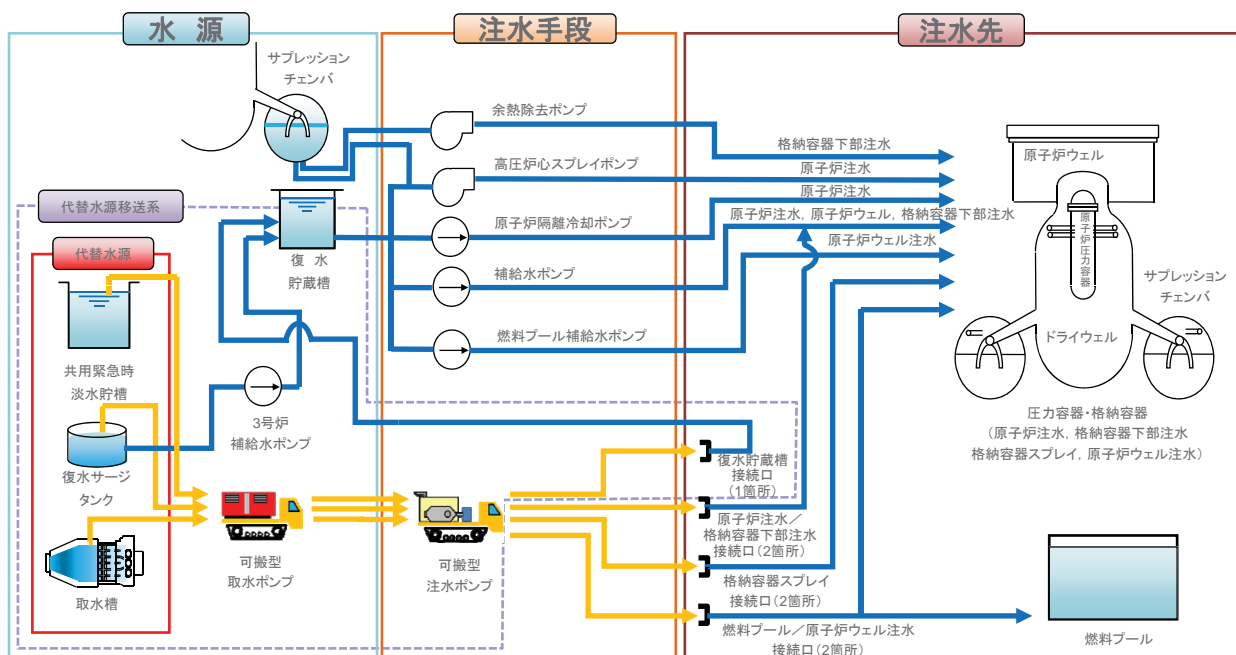
共用緊急時淡水貯槽



高台(T.P.+31m)

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (代替水源を用いた注水手段(まとめ))



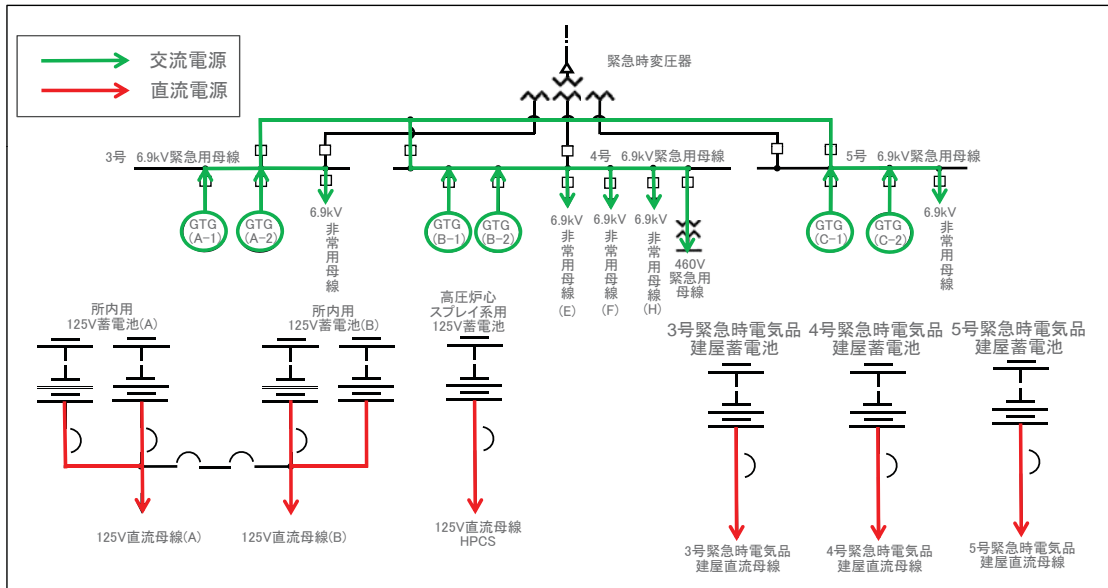
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(常設設備))(1/3))

■ 設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合においても、炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、燃料プール内の燃料及び運転停止中原子炉内の燃料の著しい損傷を防止するため、緊急時電源系(常設及び可搬型)を設置

【構成】 常設重大事故等対処設備

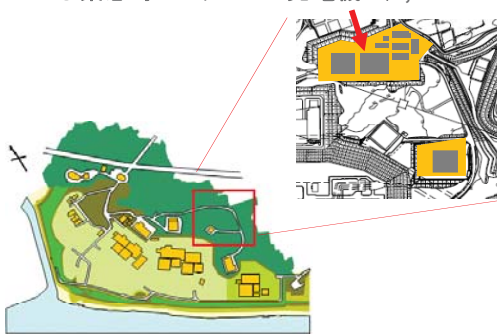
- 緊急時ガスタービン発電機, 直流電源設備, 電源融通設備及び所内電気設備



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(常設設備))(2/3))

● 緊急時ガスタービン発電機 (4,000kVA × 6台)



緊急時ガスタービン発電機建屋
(免震構造)



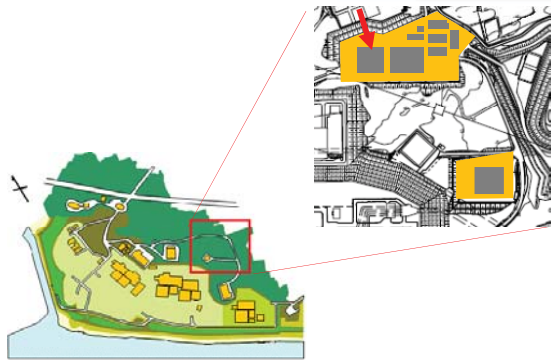
緊急時ガスタービン発電機



高台 (T.P. +40m)

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(常設設備))(3/3))



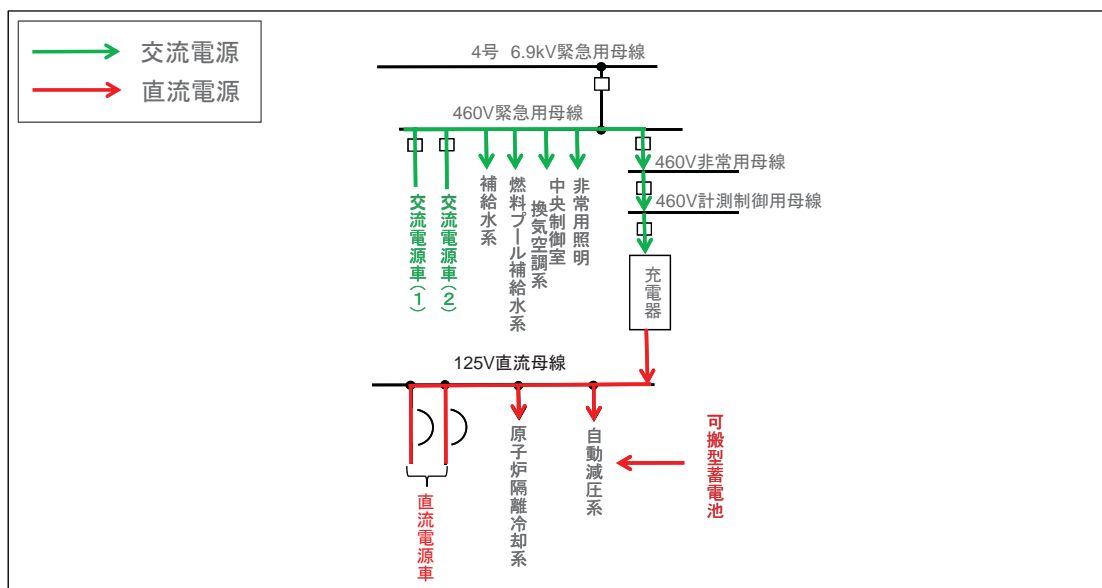
● 緊急時電気品建屋
(6.9kV電源盤設置)



その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(可搬型設備))

【構成】 可搬型重大事故等対処設備

…交流電源車, 直流電源車及び可搬型蓄電池



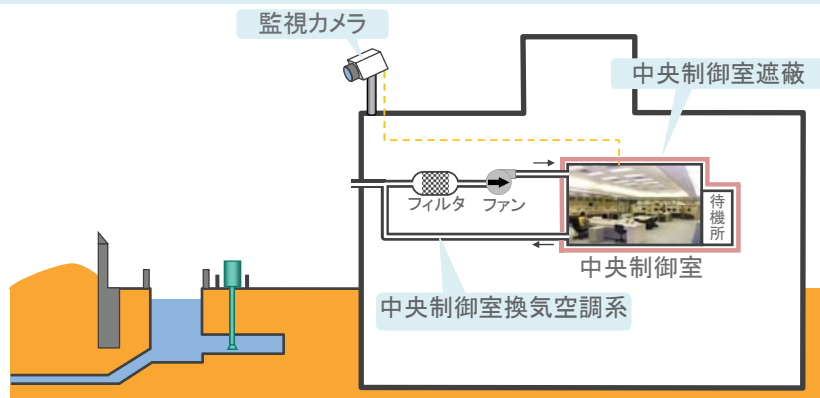
その他の関連機能に係る対策（中央制御室）

【屋外監視関係】

- 中央制御室から原子炉施設の外の状況を把握できるよう監視カメラを設置

【居住性確保】

- 重大事故が発生した場合においても、中央制御室に運転員がとどまって、必要な操作、措置がとれる対策を実施
 - 中央制御室用の電源(空調、照明等)は、緊急時ガスタービン発電機から給電可能
 - 格納容器破損防止対策の有効性評価において、被ばくの観点から厳しい事象(大破断LOCA+ECCS機能喪失+全交流動力電源喪失)においても、運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計
 - ・適切な換気設計及び遮蔽設計に加え、格納容器フィルタベント時(ブルーム通過時)の待機所を設置
 - ・待機所では、事故時の主要なパラメータが監視可能
 - 中央制御室への汚染の持ち込みを防止するため、モニタリング、作業着の着替え等を行うための資機材配備及び手順整備



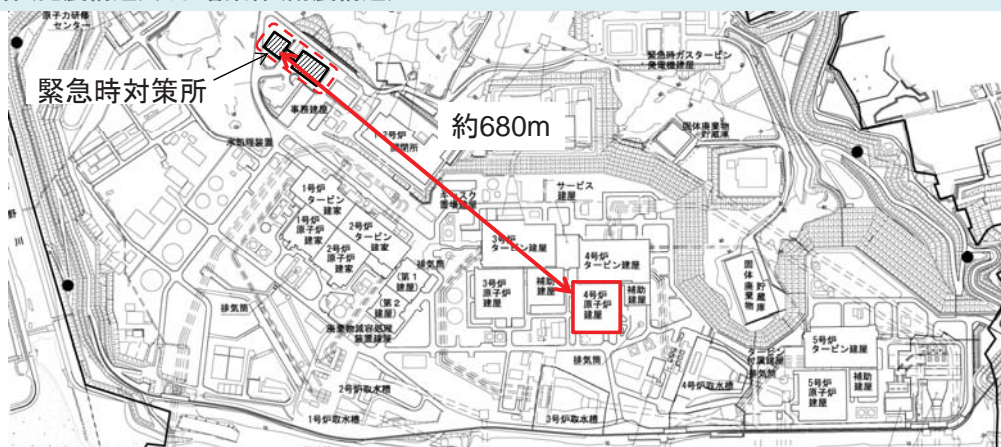
© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

その他の関連機能に係る対策（緊急時対策所）

【機能】 緊急時対策所

- 重大事故等に対処するための適切な措置を講じられるよう、以下の対策を実施
 - ◆ 外部電源喪失時において、専用の代替交流電源からの給電が可能
 - ◆ データ収集装置を設置
 - ◆ 発電所内外の必要箇所との通信連絡を行うための設備を設置
 - ◆ 適切な遮蔽設計及び換気設計により、緊急事態対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計
- 必要な要員数を収容可能
- 発電所外部からの支援がなくても事故発生後7日間は滞在することが可能な資機材を備蓄
- 基準地震動による地震力に対し、緊急時対策所の機能を喪失しないようにするとともに、基準津波の影響を受けない場所に設置

【構成】 既設棟(免震構造)及び増築棟(耐震構造)



© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

重大事故等対策の有効性評価 (1/5)

内部事象及び外部事象に対して、確率論的リスク評価(PRA)の知見を活用し、対象とすべき事故シーケンスグループ(出力運転時及び運転停止時)、格納容器破損モードを抽出



浜岡4号炉を対象に実施した各種PRAの知見から、「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の解釈」で指定されるもの以外に、炉心損傷防止対策に係る事故シーケンスグループとして「津波浸水による全注水機能喪失」を新たに追加すべきものとして抽出

(各PRAにおけるプラント状態は 重大事故等対策を考慮しない)

< PRA実施範囲 >

・出力運転時内部事象レベル1	(炉心損傷頻度	2.9 × 10 ⁻⁶ / 炉年)
・出力運転時内部事象レベル1.5	(格納容器破損頻度	2.9 × 10 ⁻⁶ / 炉年)
・地震レベル1	(詳細評価中)	
・津波レベル1	(炉心損傷頻度	7.4 × 10 ⁻⁶ / 炉年)
・停止時レベル1	(炉心損傷頻度	4.5 × 10 ⁻⁶ / 定期検査)

● 抽出した事故シーケンスグループ、格納容器破損モードについて、評価事故シーケンスを選定し重大事故等対策の有効性評価を実施(以下の項目を参照)

- ・炉心損傷防止対策の有効性評価
- ・格納容器破損防止対策の有効性評価
- ・燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性評価
- ・運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価



評価項目を満足することを確認

重大事故等対策の有効性評価 (2/5)

■ PRA結果から得られるプラントの特徴

PRA	プラントの特徴(重大事故等対策未考慮)	主要な重大事故等対策
出力運転時内部事象レベル1	炉心損傷頻度は、崩壊熱除去機能喪失、全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒ 除熱手段(余熱除去系を用いた除熱)の喪失、サポート系である非常用交流電源喪失により炉心損傷に至るリスクが相対的に大きい	・緊急時ガスタービン発電機による電源供給 ・格納容器フィルタベント系による除熱
地震レベル1	炉心損傷頻度は、全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒ 地震による外部電源の喪失後、原子炉スクラム、高圧炉心スプレイ系等による炉心注水に成功するが、非常用ディーゼル発電機の機能喪失に伴い除熱手段(余熱除去系を用いた除熱)が喪失し、その後、サブプレッションチェンバのプール水温上昇により高圧炉心スプレイ系が機能喪失する等により炉心損傷に至るリスクが相対的に大きい	・緊急時ガスタービン発電機による電源供給 ・格納容器フィルタベント系による除熱
津波レベル1	炉心損傷頻度は、津波浸水による全注水機能喪失により直接炉心損傷に至る事象の割合が大きい ⇒ 設計基準を上回る津波が発生し、防波壁を越流した海水が原子炉建屋内に浸水した結果、全注水機能が喪失し炉心損傷に至ると想定※ また、敷地内浸水により屋外設備が損傷し、崩壊熱除去機能喪失に至るリスクがある ※炉心損傷リスクが有意なレベルであり、また内部事象とは重大事故等対策が異なることから、新たに追加すべき事故シーケンスグループとして抽出	・原子炉建屋内浸水防止対策による原子炉注水機能の確保 ・緊急時海水取水系による除熱
出力運転時内部事象レベル1.5	格納容器破損頻度は、格納容器過圧・過温破損の割合が大きい ⇒ 出力運転時内部事象レベル1PRAにおける崩壊熱除去機能喪失時に、炉心損傷に先行して格納容器が過圧破損するリスクに加え、炉心損傷後、溶融炉心の崩壊熱等により格納容器雰囲気過熱し、格納容器が過温破損するリスクが相対的に大きい	・原子炉低圧代替注水系(補給水系)等による原子炉注水 ・格納容器下部注水系による溶融炉心冷却 ・格納容器代替スプレイ系及び原子炉ウエル注水系による格納容器冷却 ・格納容器フィルタベント系による除熱
停止時レベル1	炉心損傷頻度は、全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒ 外部電源喪失時の非常用ディーゼル発電機の起動または運転継続失敗により炉心損傷に至るリスクが相対的に大きい	・緊急時ガスタービン発電機による電源供給 ・原子炉低圧代替注水系(補給水系)による原子炉注水

重大事故等対策の有効性評価(3/5)



【炉心損傷防止対策】 評価対象事故シーケンス及び使用計算コード

事故シーケンスグループ	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード	
高圧・低圧注水機能喪失	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	・原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) ・原子炉低圧代替注水系(補給水系)* ・格納容器代替スプレイ系 ・格納容器フィルタベント系	・燃料被覆管の最高温度が1,200℃以下 ・燃料被覆管の酸化量は、酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの15%以下 ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力の1.2倍の圧力を下回る ・原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力又は限界圧力を下回る ・原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度又は限界温度を下回る	SAFER CHASTE MAAP	
高圧注水・減圧機能喪失	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 原子炉減圧機能喪失	・原子炉代替減圧機能(原子炉自動減圧インターロック)* ・原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※)		SAFER MAAP	
全交流動力電源喪失	外部電源喪失 + 非常用ディーゼル発電機/ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 機能喪失	・原子炉隔離冷却系 ・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・格納容器代替スプレイ系 ・格納容器フィルタベント系* ・緊急時海水取水系* ・所内125V蓄電池 ・緊急時ガスタービン発電機		SAFER MAAP	
崩壊熱除去 機能喪失	取水機能 喪失時	外部電源喪失 + 原子炉機器冷却水系 機能喪失(海水取水機能喪失)		・原子炉隔離冷却系 ・原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) ・緊急時海水取水系 ・緊急時ガスタービン発電機	MAAP
	余熱除去系 故障時	外部電源喪失 + 余熱除去系機能喪失		・原子炉隔離冷却系 ・原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) ・格納容器代替スプレイ系 ・格納容器フィルタベント系	MAAP
原子炉停止機能喪失	主蒸気隔離弁誤閉止 + スクラム失敗	・代替制御棒挿入系* ・再循環ポンプトリップ系 ・ほう酸水注入系*		・原子炉格納容器バウンダリ にかかる温度が最高使用 温度又は限界温度を下回 る	RE DY SCAT
LOCA時注水機能喪失	小破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	・原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) ・原子炉低圧代替注水系(補給水系)* ・格納容器代替スプレイ系 ・格納容器フィルタベント系		SAFER MAAP	
格納容器バイパス (インターフェイスシステムLOCA)	複数の隔離弁故障等に伴う低圧注入系配管 からの漏えい+隔離失敗	・インターフェイスシステムLOCAIに対する手順等の 整備		SAFER	
津波浸水による全注水機能喪失	津波浸水による全注水機能喪失	・原子炉建屋等に対する浸水対策 ・緊急時海水取水系		—	

※:高圧炉心スプレイ系(HPCS)については、高圧炉心スプレイ機器冷却系の海水系の取水機能喪失、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の故障等により、その機能が喪失している場合には、緊急時ガスタービン発電機による給電を実施し、緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系(EHPCCW)を用いて高圧炉心スプレイポンプを冷却することにより復旧する

*:いずれかの設備を用いた対策により対処可能

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

重大事故等対策の有効性評価(4/5)



【格納容器破損防止対策】 評価対象事故シーケンス及び使用計算コード

格納容器破損モード	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
雰囲気圧力・温度による 静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)	大破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・格納容器代替スプレイ冷却系 ・原子炉ウェル注水系 ・格納容器下部注水系 ・格納容器フィルタベント系 ・緊急時ガスタービン発電機	・原子炉格納容器圧力バウンダリに係る圧力及び雰囲気温度は、限界圧力及び限界温度を概ね下回る ・Cs-137の総放出量は100TBqを十分下回る	MAAP
	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)			
	大破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)			
高圧溶融物放出/ 格納容器雰囲気直接加熱	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 原子炉減圧機能喪失(※)	・主蒸気逃がし安全弁による原子炉減圧	原子炉圧力容器破損までに原子炉冷却材圧力は2.0MPa以下に低減される	MAAP
原子炉圧力容器外の溶融 燃料-冷却材相互作用	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)	—	溶融炉心が原子炉格納容器下部へ落下する際の圧力上昇は、原子炉格納容器の健全性に影響を与えない	MAAP
水素燃焼	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	・原子炉格納容器の不活性化	酸素濃度(ドライ条件)は5%以下であり、水素の爆轟に至ることはない	MAAP
格納容器直接接触 (シェルアタック)	(原子炉圧力容器から落下した溶融炉心が原子炉格納容器バウンダリに直接接触することはない構造)			—
溶融炉心・コンクリート 相互作用	大破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)	・格納容器下部注水系	溶融炉心によるコンクリートの侵食は抑制され、格納容器の構造部材の支持機能は喪失しない	MAAP

※原子炉圧力容器破損に至る事象を想定するため、重大事故等対策である原子炉低圧代替注水系(補給水系)等の注水を実施しない

© 2014Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

【燃料プールにおける燃料損傷防止対策】 評価対象事故シーケンス

想定事故	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
想定事故1	燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失	・燃料プール代替注水系	燃料は露出することなく冷却可能	—
想定事故2	サイフォン現象(燃料プール冷却浄化系配管全周破断)による漏えい +燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失	・燃料プール代替注水系 ・サイフォンブレーカ		—

【運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策】 評価対象事故シーケンス及び使用計算コード

事故シーケンスグループ	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
崩壊熱除去機能喪失	運転中余熱除去系機能喪失	・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・待機中余熱除去系	燃料は露出することなく冷却可能	—
全交流動力電源喪失	全交流動力電源喪失 + 原子炉機器冷却水系機能喪失	・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・緊急時海水取水系 ・緊急時ガスタービン発電機		—
原子炉冷却材の流出	余熱除去系ミニマムフロー弁の閉失敗に伴う原子炉冷却材の流出	・原子炉低圧代替注水系(補給水系)		—
反応度の誤投入	制御棒の誤引抜	—	・燃料の健全性に影響を与えない一時的かつ僅かな出力上昇を伴う臨界であり、スクラム後は未臨界が確保される ・燃料は露出することなく冷却可能	APEX SCAT

© 2014 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

(4) 工事計画／保安規定

- 工事計画認可申請の概要
- 保安規定変更認可申請の概要

工事計画認可申請の概要



重大事故等に対処するための設備を含めた原子炉施設(設備)のうち、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」において規定された設備の詳細設計について申請

主な項目		申請書記載内容
重大事故等対処設備	ポンプ ・緊急時海水取水ポンプ ・可搬型注水ポンプ ・可搬型取水ポンプ 等	・ポンプの名称、種類、容量、揚程又は吐出圧力、最高使用圧力、最高使用温度、主要寸法、材料、個数及び取付箇所 等 ・設定根拠に関する説明書、強度に関する説明書、図面 等
	主配管 ・緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系 ・原子炉低圧代替注水系 ・緊急時海水取水系 ・燃料プール代替注水系 等	・主配管の名称、最高使用圧力、最高使用温度、外径、厚さ及び材料 等 ・設定根拠に関する説明書、強度に関する説明書、図面 等
	圧力逃がし装置 ・ベントフィルタ	・フィルターの種類、効率、主要寸法、個数及び取付箇所 ・設定根拠に関する説明書、強度に関する説明書、図面 等
	非常用電源設備 ・緊急時ガスタービン発電機 ・交流電源車 等	・発電機の名称、種類、容量、主要寸法、力率、電圧、相、周波数、回転速度、結線法、冷却方法、個数及び取り付け箇所 等 ・設定根拠に関する説明書、出力決定に関する説明書、図面 等
火災防護設備		・火災区域建造物の名称、種類、主要寸法及び材料 ・火災防護に関する説明書、図面 等
浸水防護設備		・外郭、内殻浸水防護設備の名称、種類、主要寸法及び材料 等 ・図面 等

※今回申請した設備及び既設設備の耐震性評価については、各種解析のデータ整理・取り纏めが完了次第申請する

保安規定変更認可申請の概要



「原子力規制委員会設置法の一部の施行に伴う関係規則の整備に関する規則」(平成25年6月28日公布)の附則第12条第1項の規定に基づき、4号炉に対して、以下の内容について、変更認可を申請

項目	概要	
運転上の制限	<ul style="list-style-type: none"> ● 実用炉規則第92条第1項第9号 重大事故等対処設備に対する運転上の制限、サーベランス、要求される措置及び措置の完了時間の設定 	重大事故等対処設備の設置、対策の有効性評価を踏まえ、運転上の制限及び要求される措置等について規定
体制の整備	<ul style="list-style-type: none"> ● 実用炉規則第92条第1項第20号(実用炉規則第83条関係) 火災発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備 	火災発生時における施設の保全活動を行うための要員、資機材、訓練等の整備について規定
	<ul style="list-style-type: none"> ● 実用炉規則第92条第1項第21号(実用炉規則第84条関係) 内部溢水発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備 	内部溢水発生時における施設の保全活動を行うための要員、資機材、訓練等の整備について規定
	<ul style="list-style-type: none"> ● 実用炉規則第92条第1項第22号(実用炉規則第85条関係) 重大事故等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備 	重大事故等発生時における施設の保全活動を行うための要員、資機材、手順、教育・訓練等の整備について規定
	<ul style="list-style-type: none"> ● 実用炉規則第92条第1項第23号(実用炉規則第86条関係) 大規模損壊発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備 	大規模損壊発生時における施設の保全活動を行うための要員、資機材、手順、教育・訓練等の整備について規定

【補足】主要な審査項目の記載箇所



主要な審査項目			記載頁	主要な審査項目			記載頁
1	重大事故対策	確率的リスク評価	51,52	14	保安規定関連	組織・体制	49,58
2		有効性評価(炉心損傷防止)	53	15		教育・訓練	50,58
3		有効性評価(格納容器破損防止)	54	16		LCO/AOT	50,58
4		有効性評価(SFP, 停止中)	55	17		重大事故対策の手順書 (大規模損壊を含む)	50,58
5		解析コード	53,54,55	18	敷地内の破砕帯	8	
6		制御室	47	19	地震動	敷地及び敷地周辺の地下構造	7,8,9
	緊急時対策所	48	20	震源を特定して策定する地震動		10,11	
7	設計基準事故対策	内部溢水	22	21		震源を特定せず策定する地震動	11
8		内部火災	23	22		基準地震動	9,10,11
9		外部火災	21	23		耐震設計方針	13
10		竜巻(影響評価・対策)	20	24	津波	基準津波	14,15
11		火山(対策)	19	25		耐津波設計方針	16,17
12	工事計画関連	耐震・耐津波	13,16	26	地盤・斜面の安定性	12	
13		重大事故対策機器設備の評価	53,54,55,57	27	火山影響評価	19	