

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉 の特重施設に関する審査概要

目次

- | | | |
|----|---------------------------------|----------|
| 1. | 審査の経緯 | p. 2 |
| 2. | 特重施設の概要：法令上の要求事項 | p. 3 |
| 3. | 審査結果：特重施設を構成する設備の設計及び体制 | p. 4 ~ 6 |
| 4. | 審査結果：大型航空機の衝突による影響評価 | p. 5 ~ 8 |
| 5. | 審査結果：外部支援が受けられるまでの間、
使用できる設計 | p. 9 |
| 6. | 審査結果：格納容器破損防止対策の有効性の確認 | p. 10 |
| 7. | 審査結果：その他考慮する主な事項 | p. 11~14 |

1. 審査の経緯

<新規制基準施行（H25.7.8）>

- 新規制基準において、信頼性向上のためのバックアップ対策として、特定重大事故等対処施設（以下「特重施設」という）等を設けることを要求
- 特重施設等については新規制基準の施行日から5年間の経過措置を規定

<設置許可基準規則※¹の一部改正（H31.1.12）>

- 経過措置規定の起算点を、新規制基準の施行日から、新規制基準に適合するための本体施設等※²に係る工事計画認可の日（柏崎刈羽原子力発電所7号炉：R2.10.14）に変更

<設置変更許可申請の状況>

- 東京電力株式会社から、柏崎刈羽原子力発電所1，6，7号炉に関する設置変更許可申請書を受理（H26.12.15）
- R元年10.24に1号炉の申請を取り下げた6，7号炉の補正を受理
- R元年12.17、R2.12.18、R4.6.21及びR4.6.28に補正を受理

<審査会合等の実施>

- H27.1.20から審査会合を計41回開催
- 担当委員の現地調査を2回実施（R.3.8.5（石渡委員）、R4.1.25（山中委員））

※1 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

※2 設置許可基準規則（平成25年7月8日施行）の要求に基づき設置される設計基準対象施設及び重大事故等対処施設（特重施設を除く）等

2. 特重施設の概要：法令上の要求事項

第2条※1：特定重大事故等対処施設の定義

故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより炉心の著しい損傷が発生するおそれがある場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器の破損による工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を抑制するためのものをいう。

第42条：特定重大事故等対処施設

工場等には、次に掲げるところにより、特定重大事故等対処施設を設けなければならない。

- 一． 原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。
- 二． 原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有するものであること。
- 三． 原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生後、発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間、使用できるものであること。

技術的能力2. 2 ※2：特定重大事故等対処施設の機能を維持するための体制の整備

発電用原子炉設置者において、特定重大事故等対処施設の機能を維持するための体制が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。

※1：本頁以後、条番号については、断りのない限り設置許可基準規則のものとする。

※2：実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準 2. 2

3. 審査結果：特重施設を構成する設備の設計及び体制（1 / 3）

要求事項

原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有するものであるとともに、特重施設の機能を維持するための体制が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていることを要求。（第42条第2号関係、技術的能力2. 2）

確認結果

原子炉格納容器の破損を防止するために必要な機能を有する設備に係る設計方針について、以下の①から⑧の機能を有する設備及び緊急時制御室を設置するなどとしていることから第42条第2号に適合するものと判断した。

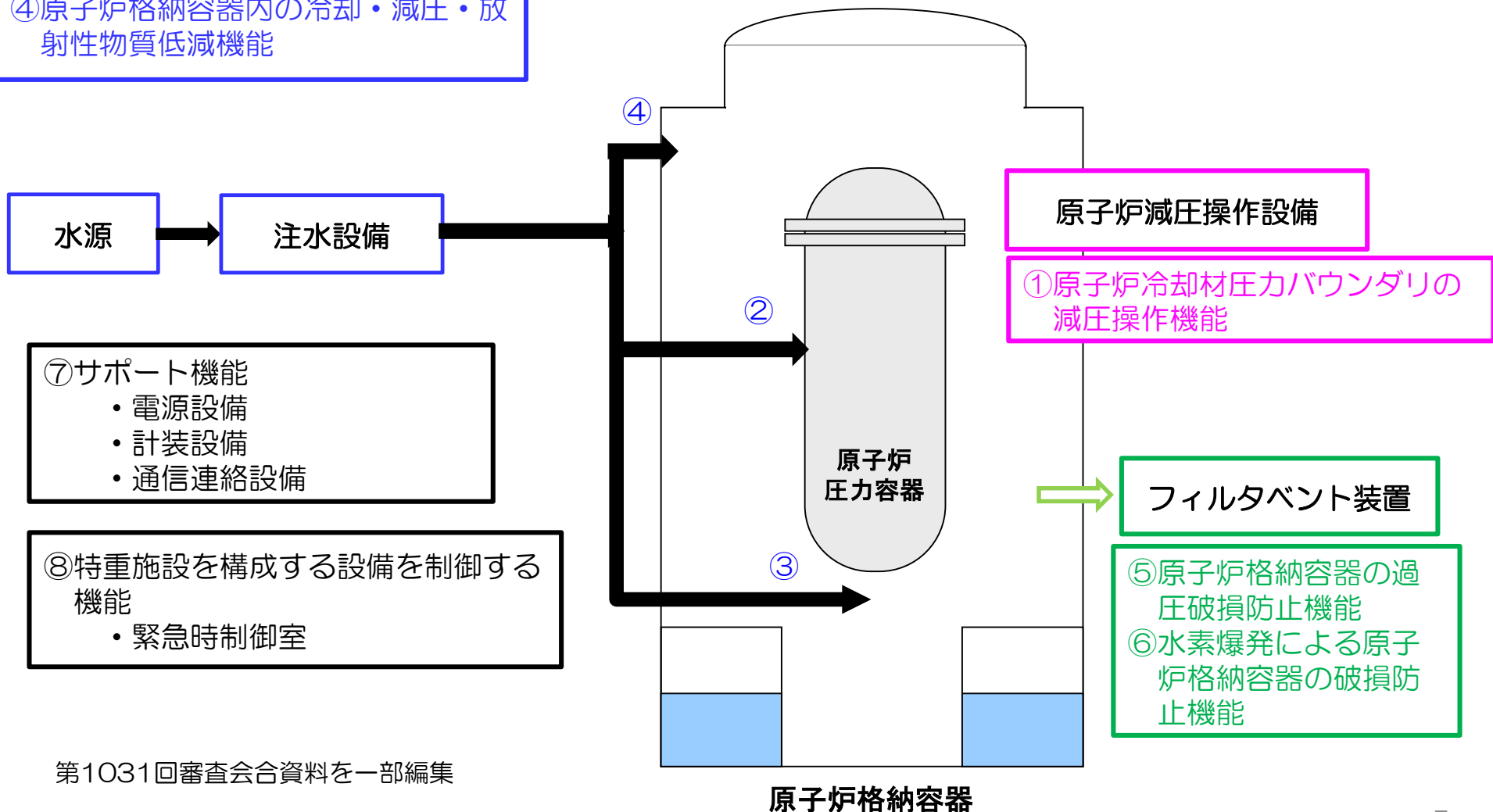
また、当該機能を維持するための必要な操作に係る体制、手順等を整備する方針が技術的能力基準2. 2に適合するものと判断した。

- ① 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能（原子炉減圧操作設備）
- ② 原子炉内の溶融炉心の冷却機能（低圧注水設備）
- ③ 原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能（原子炉格納容器下部への注水設備）
- ④ 原子炉格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能（格納容器スプレイへの注水設備）
- ⑤ 原子炉格納容器の過圧破損防止機能（フィルタベント装置）
- ⑥ 水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能（フィルタベント装置）
- ⑦ サポート機能（電源設備、計装設備、通信連絡設備）
- ⑧ 上記設備の関連機能（減圧弁、配管等）

3. 審査結果：特重施設を構成する設備の設計及び体制（2／3）

- ②炉内の溶融炉心の冷却機能
- ③原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能
- ④原子炉格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能

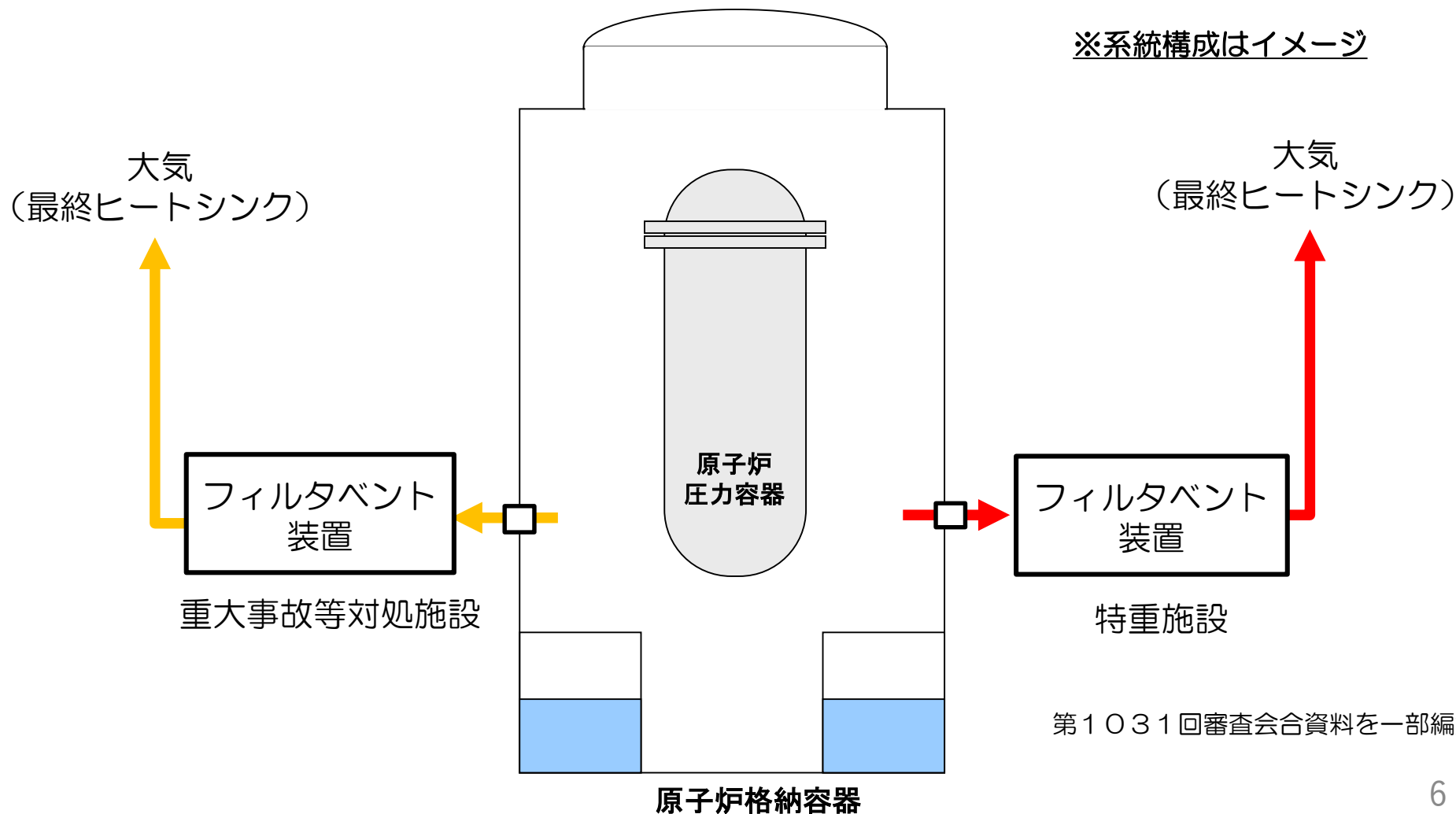
※系統構成はイメージ



3. 審査結果：特重施設を構成する設備の設計及び体制（3／3）

柏崎刈羽6号炉及び7号炉の原子炉格納容器の過圧破損防止機能

原子炉格納容器の過圧破損防止機能については、重大事故等対処施設のフィルタベント装置に加えて、新たに、特重施設としてのフィルタベント装置を設置する。



4. 審査結果：大型航空機の衝突による影響評価（1／2）

要求事項

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであることを要求。（第42条第1号関係）

確認結果

- 原子炉建屋等※¹及び特重施設が同時に破損することを防ぐために必要な離隔距離（例えば100m以上）を確保していること、または、故意による大型航空機の衝突に対して頑健な建屋に収納されていることを確認した。

また、設計に必要となる想定する重大事故等については、様々な想定事象を含む厳しい事象である大型航空機の衝突で代表するものとし、特重施設審査ガイド※²及び航空機衝突影響評価ガイド※³を参照し、以下の項目が適切になされていることを確認した。

1. 大型航空機の特性の設定
2. 衝突箇所及び大型航空機衝突影響評価※⁴の対象範囲の設定
3. 特重施設の大型航空機衝突影響評価を踏まえた設計方針

※¹ 原子炉建屋及びコントロール建屋。設置許可基準規則第42条の「原子炉建屋」に相当。

※² 実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイド

※³ 実用発電用原子炉に係る航空機衝突影響評価に関する審査ガイド

※⁴ 航空機衝突影響評価ガイドにおける、大型航空機衝突時の構造評価及び機能評価を示す。

4. 審査結果：大型航空機の衝突による影響評価（2／2）

1. 大型航空機の特性の設定

特重施設審査ガイドを参照し、衝突を想定する航空機の機種、進入経路、進入速度、航空機の燃料積載量を確認した。

2. 衝突箇所及び大型航空機衝突影響評価の対象範囲の設定

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突に対して特重施設が同時又は連続的に破損することを防ぐために有効な手段として考えられる、地下埋設、分散配置の考え方等を用いて設計していることを確認した。

3. 特重施設の大型航空機衝突影響評価を踏まえた設計方針

大型航空機衝突により、評価対象となる範囲（建屋、設備等）の機能が喪失しないよう設計することを確認した。

5. 審査結果：外部支援が受けられるまでの間、使用できる設計

要求事項

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生後、発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間、使用できるものであることを要求。具体的に、少なくとも7日間、必要な設備が機能するに十分な量の容量を有するよう設計を行うことを要求。（第42条第3号関係）

確認結果

特重施設審査ガイドを参照し、特重施設内に貯蔵する燃料等は、特重施設の機能を維持するために必要な量（少なくとも7日間分）を確保する設計することを確認した。

6. 審査結果：格納容器破損防止対策の有効性の確認

要求事項

原子炉建屋への大型航空機の衝突等により想定される重大事故等に対処するために必要な機能及び特重施設の機能を維持するために必要な体制により、原子炉格納容器の破損を防止する対策に有効性があることを確認すること。

確認結果

原子炉建屋への大型航空機の衝突等によるプラント状態を想定した上で、原子炉格納容器の破損を防止する観点から厳しいシーケンスを選定し、これに対して原子炉格納容器の破損及び放射性物質が異常な水準で敷地外へ放出されることを防止する対策に有効性があることを確認した。

また、対策の有効性を確認するにあたっては、以下の評価項目を概ね満足することを確認した。

なお、原子炉格納容器過圧破損防止設備等により、原子炉格納容器から環境に放出されるCs-137放出量は7日間で約 $1.6 \times 10^{-1} \text{TBq}$ であり、 100TBq を下回ることを確認した。

評価項目

- 原子炉格納容器バウ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こと（可燃性ガスの蓄積、燃焼が生じた場合も含む）。
- 原子炉格納容器バウ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こと。
- 放射性物質の総放出量は、放射性物質による環境への汚染の視点も含め、環境への影響をできるだけ小さくとどめるものであること（Cs-137の放出量が 100TBq を下回っていること）。
- 原子炉圧力容器の破損までに原子炉冷却材圧力は 2.0MPa 以下に低減されていること。
- 急速な原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用による熱的・機械的荷重によって原子炉格納容器バウダリの機能が喪失しないこと。
- 原子炉格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止すること。
- 溶融炉心による侵食によって、原子炉格納容器の構造部材の支持機能が喪失しないこと及び溶融炉心が適切に冷却されること。

7. 審査結果：その他考慮する主な事項 1 / 4

第3条：設計基準対象施設の地盤

7号炉原子炉建屋等を設置する地盤については、新たにF₄'断層が認められたが、当該断層を考慮した変位、支持、変形に係る評価結果が各々の評価基準値を満足していることなどから、既許可申請で行った設計基準対象施設の地盤の評価結果に変更がなく、基準に適合していることを確認した。

第38条：特重施設の地盤

特重施設を設置する地盤については、新たに認められた断層の活動性評価結果から、変位が生ずるおそれがないことを確認した。

また、基準地震動を用いた支持、変形に係る評価結果が各々の評価基準値を満足していることなどから、基準に適合していることを確認した。

なお、評価対象施設の基礎底面の最大傾斜が、評価基準値の目安（1/2,000）を上回るものの、重大事故等に対処するために必要な機能に影響を及ぼさないよう設計する方針としていることを確認した。

第4条：地震による損傷の防止

第39条：地震による損傷の防止

標準応答スペクトルに基づく地震動の評価結果は、一部周期帯で既許可申請の基準地震動を上回るが、この周期帯に固有周期を有する既設の施設等がないこと、特重施設については、この周期帯に固有周期を有さない設計とする方針が示されたことから、基準地震動に選定する必要はなく、既許可申請の基準地震動を変更する必要がないと判断した。

特重施設及び当該特重施設の機能を維持するために必要な間接支持構造物等は、基準地震動に対して、規則解釈別記2に適合した耐震Sクラス相当の設計とした上で、各部に生ずる応力等が地盤の支持性能を考慮しても許容限界に相当する応力等に対して余裕を有する設計方針であることを確認した。

7. 審査結果：その他考慮する主な事項 2/4

第3条 設計基準対象施設の地盤

7号炉原子炉建屋等を設置する地盤については、新たにF4'断層が認められたが、以下のとおり、既許可申請で行った設計基準対象施設の地盤の評価結果に変更が無く、基準に適合していることを確認した。

【地盤の変位】

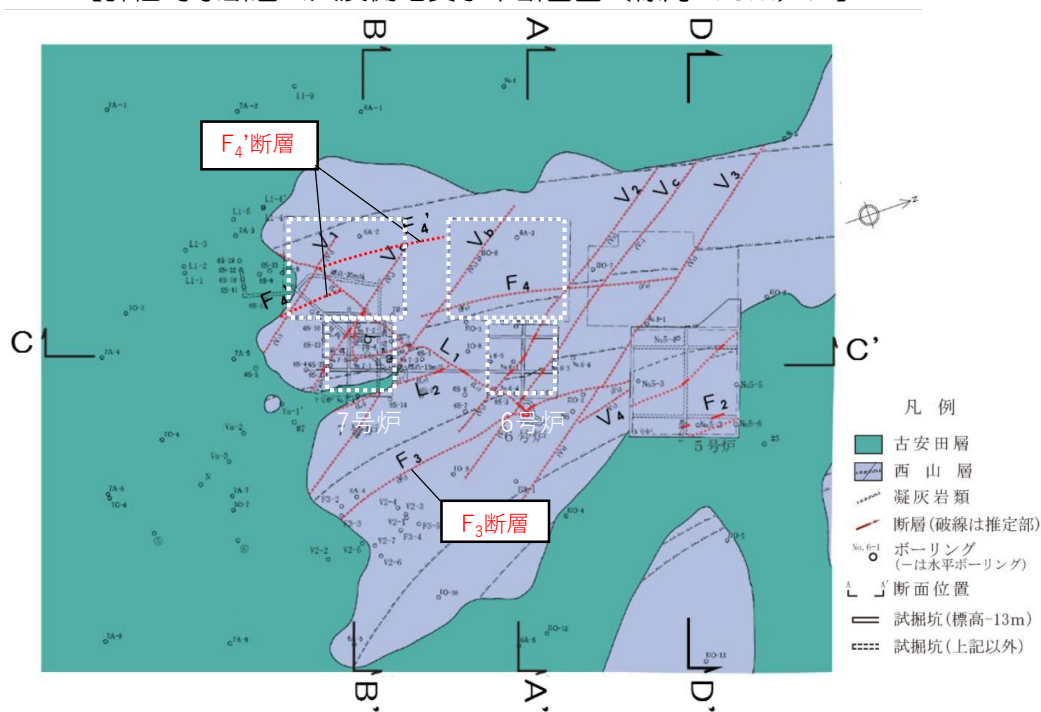
- F4'断層は、層理面に平行な低角系断層であることから、既許可申請で適用した断層分類のうちF系断層に分類される。
- F系断層については、既許可申請において、最も連続性が良く代表性を有する断層としてF3断層を選定した上で、F3断層が中期更新世の古安田層（※¹）に変位・変形を与えていないことから、「将来活動する可能性のある断層等」ではないと評価している。
- F系断層の活動性評価結果については、F系断層にF4'断層を加えても、F3断層が代表性を有する断層であることに変更はないため、既許可申請からの変更はない。

【地盤の支持及び変形】

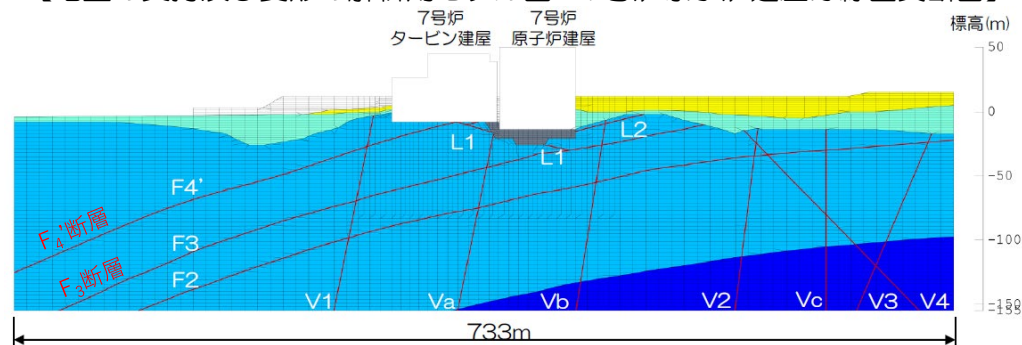
- F4'断層が分布する7号炉原子炉建屋の汀線直交断面において、F4'断層を加えて既許可申請と同様の評価手法・条件で評価した結果、既許可申請で行った評価の結果に変更はない。

（※¹）敷地及び敷地近傍において西山層を不整合に覆うMIS7とMIS6の境界付近以前の堆積層に対して、申請者が用いている地層の名称。

【評価対象断層＜大湊側地質水平断面図（標高-13m）＞】



【地盤の支持及び変形の解析用モデル図 7号炉原子炉建屋汀線直交断面】



7. 審査結果：その他考慮する主な事項 3/4

第4条・第39条 標準応答スペクトルに基づく地震動評価

標準応答スペクトルに基づく地震動評価は、以下のとおり、基準地震動に選定する必要はなく、既許可申請の基準地震動を変更する必要はないと判断した。

【既許可申請の基準地震動との比較】

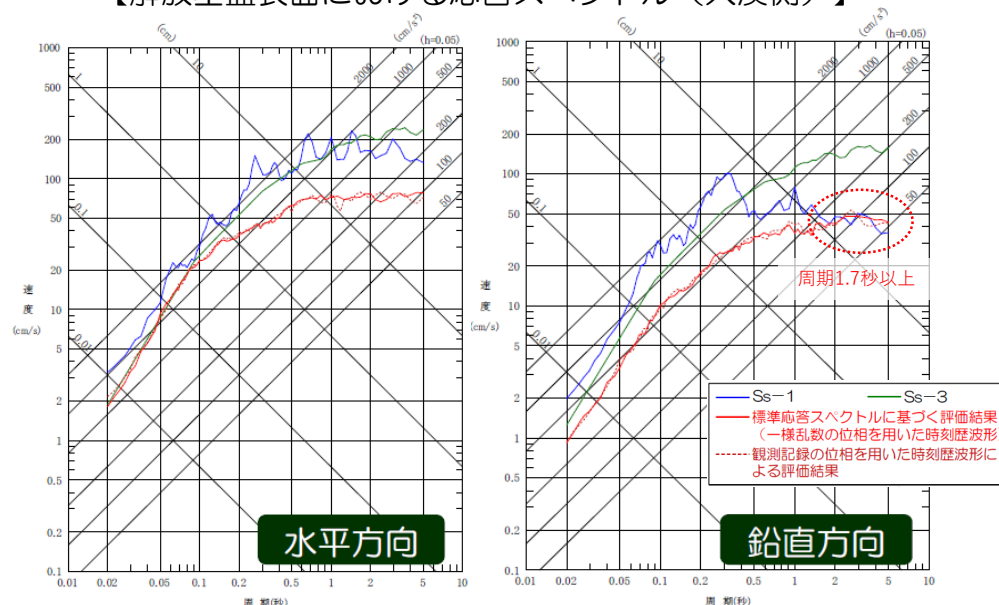
標準応答スペクトルに基づく地震動は、既許可申請の基準地震動と比較した結果、大湊側において、水平方向では全周期帯において基準地震動Ss-1に包絡されるが、鉛直方向では周期1.7秒以上の周期帯でSs-1にわずかに包絡されていない。（右上図参照）

なお、荒浜側においては、鉛直・水平方向共に全ての周期帯で基準地震動Ss-3に包絡される。

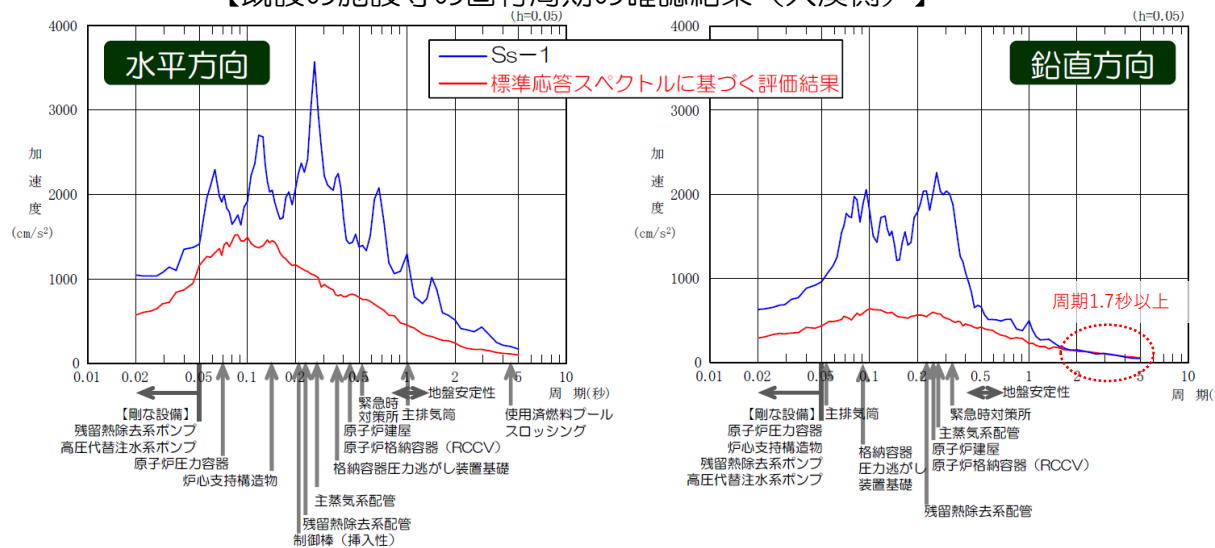
【基準地震動の変更要否】

- 既設の施設等は、鉛直方向に周期1.7秒以上の固有周期を有していない。（右下図参照）
- 標準応答スペクトルに基づく地震動評価結果は、既設の施設等が固有周期を有する周期帯（水平：周期約5秒以下、鉛直：周期約0.7秒以下）において、既許可申請の基準地震動の応答スペクトルを下回ることから、既許可申請の基準地震動を変更する必要はないと判断した。
- 特重施設についても、申請者は、耐震設計等に基準地震動を用いる施設等は、鉛直方向に周期1.7秒以上の固有周期を有しない設計を行う方針としていることから、既許可申請の基準地震動を変更する必要はないと判断した。

【解放基盤表面における応答スペクトル（大湊側）】



【既設の施設等の固有周期の確認結果（大湊側）】



7. 審査結果：その他考慮する主な事項 4 / 4

第40条：津波による損傷の防止

基準津波に対して、規則解釈別記3に適合した設計とした上で、敷地に津波による浸水が生じた場合においても、特重施設の機能を維持できること。

第41条：火災による損傷の防止

特重施設に対して、火災の発生を防止することができ、かつ、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

第43条：重大事故等対処設備

特重施設は、温度、放射線、荷重その他の使用条件において、必要な機能を有効に発揮すること、発電所内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

以上、事業者の申請内容が、各要求事項を満足していることを確認した。