

九州電力(株)玄海原子力発電所3号炉及び4号炉の 特定重大事故等対処施設に係る審査について

令和元年6月4日
原子力規制庁

目次

1.	審査の経緯	p. 2
2.	特重施設の概要：法令上の主な要求事項	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 ~ 5
4.	審査結果：大型航空機の衝突による影響評価	p. 6 ~ 7
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. 8
6.	審査結果：格納容器破損防止対策の有効性の確認	p. 9
7.	審査結果：その他考慮する主な設計	p. 10 ~ 14

1. 審査の経緯

- 平成25年7月8日 新規制基準施行
新規制基準において、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
また、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

- 平成28年1月12日
設置許可基準規則^{※1}の一部改正
経過措置規定の起算点が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(玄海3号炉：平成29年8月25日、4号炉：平成29年9月14日)に改正

- 平成29年12月20日
九州電力が玄海3号炉及び4号炉の特重施設に関する設置変更許可申請書を提出
(平成30年11月8日及び平成31年2月26日 補正)

- 平成30年1月30日～
審査会合(計17回)、現地調査(計2回)を実施

- 平成30年12月10日 第46回原子力規制委員会 臨時会議
審査書案の審議を行った結果、原子炉格納容器の過圧破損防止機能を有する設備の配置上の考慮及び運用について再整理し、再度審議を行うこととした

- 平成31年3月5日 第64回原子力規制委員会 臨時会議
審査書案を了承

- 平成31年3月6日 第65回原子力規制委員会
審査結果をとりまとめ、原子力委員会、経済産業大臣への意見聴取を実施

- 平成31年4月3日 第1回原子力規制委員会
設置変更を許可

※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: 特重施設等以外の施設及び設備

2. 特重施設の概要：法令上の主な要求事項

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、特重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 / 2）

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 原子炉内の熔融炉心の冷却機能（低圧注水設備）
- ③ 原子炉格納容器下部に落下した熔融炉心の冷却機能（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）
- ⑥ 水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能（水素濃度制御装置）
- 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 / 2）

原子炉格納容器

- ②原子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

- 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

- ⑥水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能

水素濃度低減設備

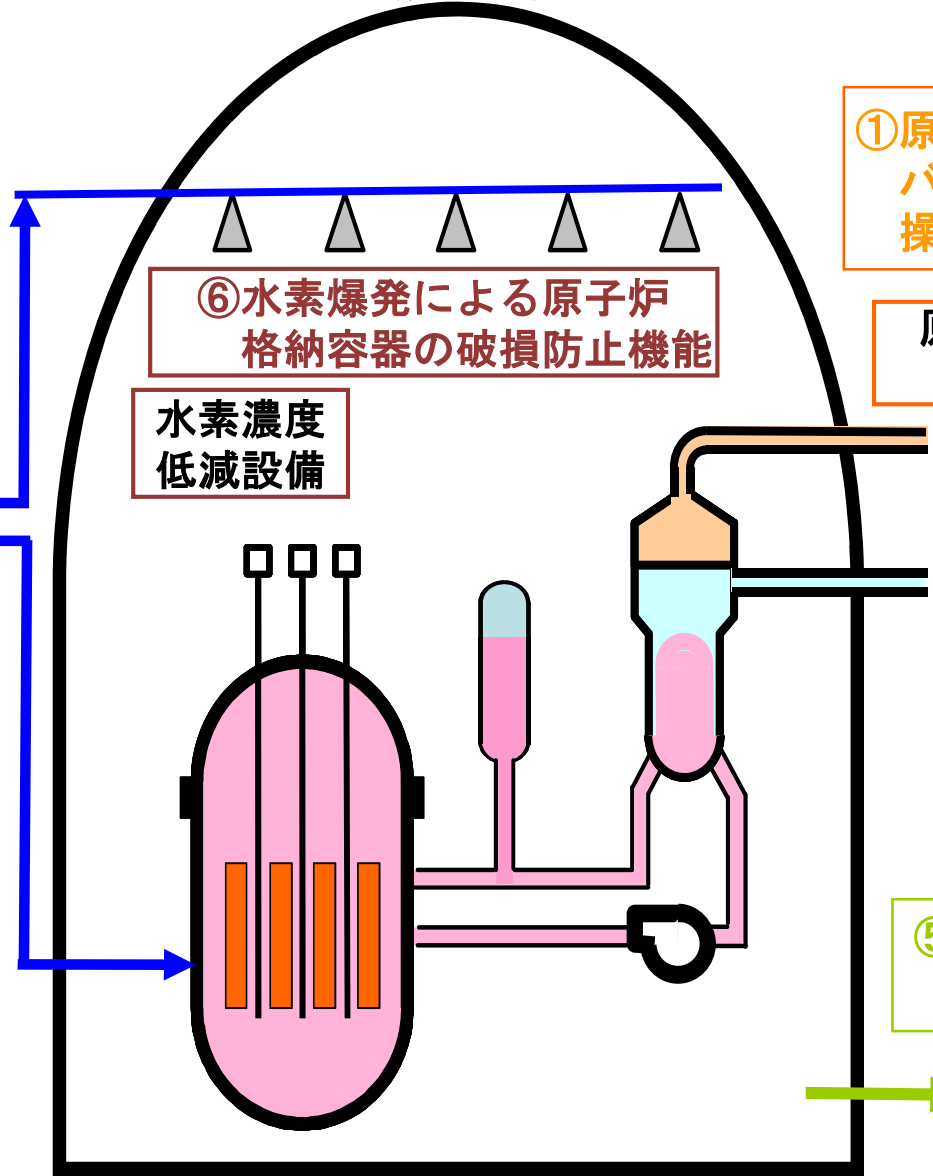
水源 → 注入設備

- ⑦サポート機能
 - ・電源設備
 - ・計装設備
 - ・通信連絡設備

- ⑧特定重大事故等対処施設を構成する設備である①～⑦を制御する機能
 - ・緊急時制御室の設置

- ⑤原子炉格納容器の過圧破損防止機能

フィルタ装置



※系統構成はイメージ

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

- 原子炉補助建屋等※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を確認した。
- 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を踏まえ、以下の項目について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 原子炉格納施設及び原子炉補助建屋。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踏まえて、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

原子炉補助建屋等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、物理的障害物となる山地形等の利用、地下埋設、分散配置の考え方等を利用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踏まえ、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）を確保する設計としていることを確認した。

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

原子炉補助建屋等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 8.8 TBq であり、100 TBq を下回ることを確認した。

評価項目

- 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100 TBq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2.0 MPa以下に低減されていること。
- 急速な原子炉圧力容器外の熔融燃料－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ン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。
- 熔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熔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設計（1 / 5）

第3条及び第38条：耐震重要施設等の地盤及び特重施設の地盤

耐震重要施設等の地盤について、既許可（平成29年1月18日）以降の追加のボーリング調査により断層の分布等を一部変更していることから、敷地内の断層は将来活動する可能性のある断層等ではないと既許可申請で評価した結果に変更はないこと等を確認した。
（P11-14参照）

特重施設の地盤について、変位が生ずるおそれがない地盤に設置すること、基準地震動に対して十分支持することができる地盤に設置すること、変形した場合においても安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置することを確認した。

第39条：地震による損傷の防止 第40条：津波による損傷の防止

基準地震動及び基準津波に対する設計方針は既許可と同様であるものの、特重施設に対する要求事項として、基準地震動を一定程度超える地震動及び基準津波を一定程度超える津波に対して、多様性などの対策を講じることにより頑健性を高めること等を確認した。

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、火災感知設備及び消火設備を有するものとすることを確認した。

第43条：重大事故等対処設備

特重施設に対して、工場等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等を確認した。

7. 審査結果：その他考慮する主な設計（2 / 5）〔敷地内断層に係る既許可からの変更点〕

事業者は、敷地内の断層に関し、既許可以降に実施した追加のボーリング調査の結果、以下のとおり、新たな断層の確認及び断層の連続性の見直すとともに、それに伴い断層のタイプ区分を一部変更。

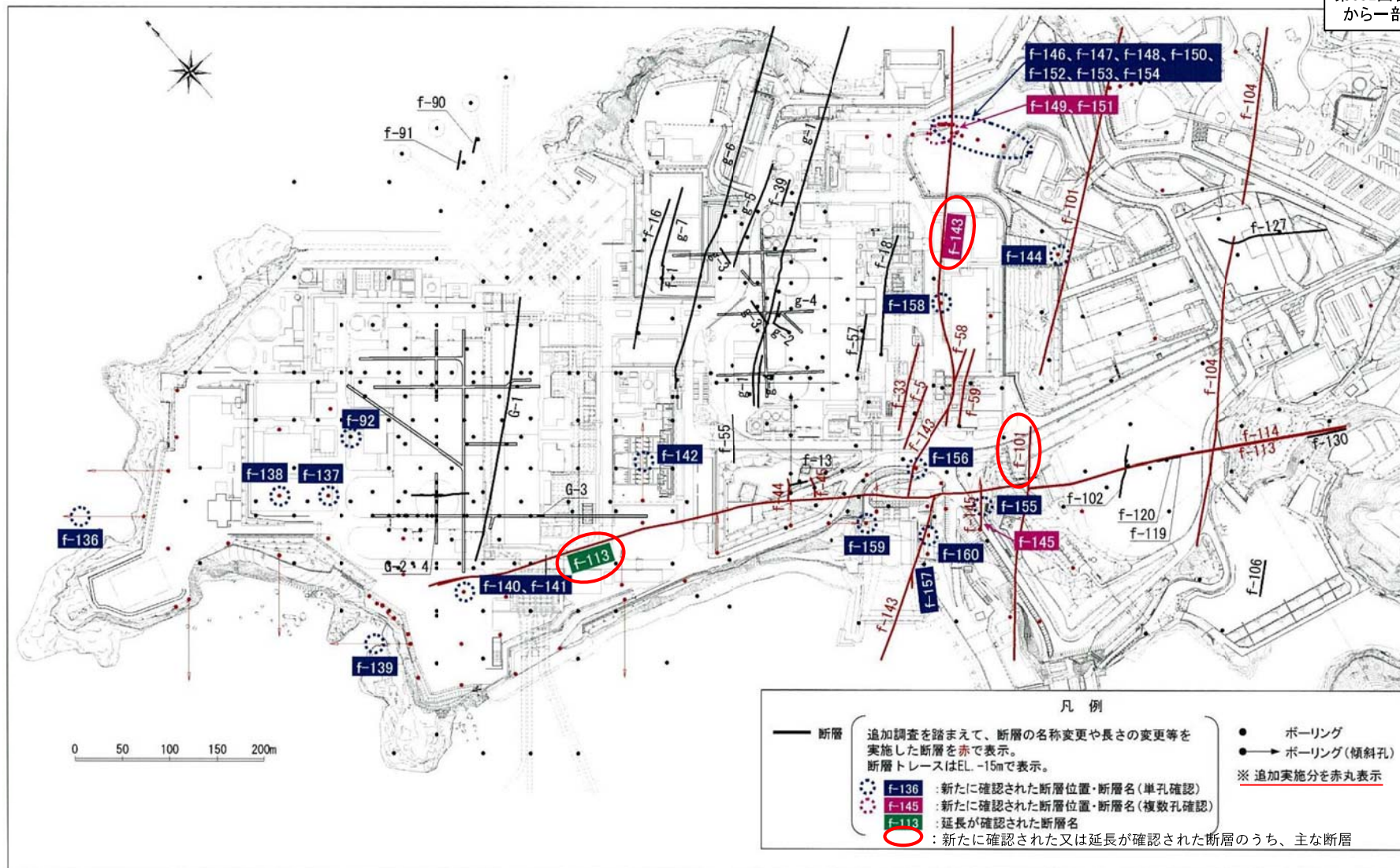
第632回審査会合資料
から一部抜粋

項目		内容
新規断層の確認	f-143断層	・敷地南東部に、連続性のあるf-143断層を新たに確認（見かけ鉛直変位量40m）。
	f-143断層を除く	・敷地内において、連続性に乏しい25本の断層を新たに確認。
既往断層の連続性の見直し		<ul style="list-style-type: none"> ・敷地南東部で確認されていたNW系玢岩及びf-113断層（見かけ鉛直変位量0m）が、4号炉西側まで連続することを確認（見かけ鉛直変位量15m）。 ・既往断層の連続性を見直し、地質断面図を変更。
断層タイプ区分の見直し		・タイプ②断層を走向によりタイプ②-1（NW走向）とタイプ②-2（NE走向）に細区分。
敷地内断層の本数の見直し		・新たに確認された断層の追加等により、137本から161本に変更。

7. 審査結果：その他考慮する主な設計（3 / 5）〔敷地内断層の分布の一部変更〕

事業者は、敷地内の断層の分布に関し、新たな断層を確認する（f-143断層等）とともに、断層の連続性を見直し（f-101断層、f-113断層等）。

第632回審査会合資料
から一部抜粋、加筆



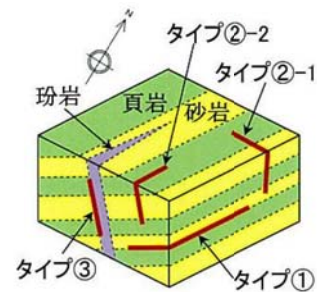
断層分布図(EL.-15m)

7. 審査結果：その他考慮する主な設計（4 / 5）〔評価対象断層の選定の一部変更〕

事業者は、活動性の評価対象断層の選定方法に関し、断層のタイプ区分や活動性の評価対象断層の選定を一部変更した上で、断層の活動性評価についてそれぞれのタイプごとに規模が大きな断層で実施。

第632回審査会合資料から一部抜粋、加筆

活動性評価対象断層の選定フロー



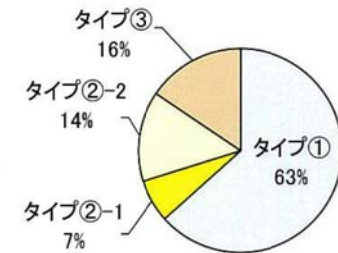
断層タイプの模式図

【断層タイプ区分】

・敷地内の断層を、以下の4つのタイプに区分。

断層タイプ	性状	本数*
①	佐世保層群の層理に沿う断層	102 (19)
②-1	佐世保層群の層理に斜交するNW走向の断層	11 (1)
②-2	佐世保層群の層理に斜交するNE走向の断層	23 (2)
③	佐世保層群に貫入した珩岩に沿う断層	25 (4)
		計 161 (26)

※ ()内は敷地内において新たに確認された断層



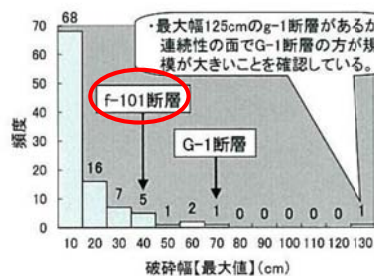
断層タイプごとの割合

【活動性評価対象断層の選定の基本方針】

・各タイプにおいて、破砕幅が大きく、連続性のある規模が大きい断層を選定。

タイプ①

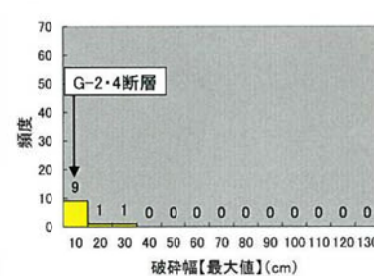
◆タイプ①の断層のうち、規模が大きい断層として、破砕幅が大きいG-1断層及び連続性のあるf-101断層を選定。



破砕幅(最大値)ヒストグラム【タイプ①】

タイプ②-1

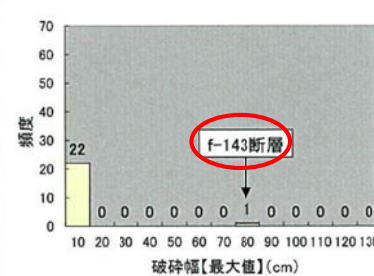
◆タイプ②-1の断層には規模が大きい断層は認められないため、基礎掘削面に出現する断層として、G-2・4断層を選定。



破砕幅(最大値)ヒストグラム【タイプ②-1】

タイプ②-2

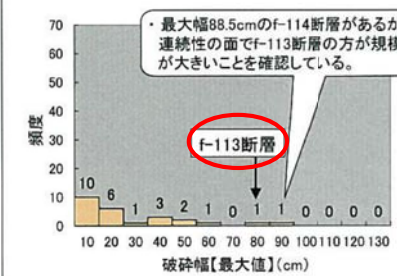
◆タイプ②-2の断層のうち、最も規模が大きい断層として、f-143断層を選定。



破砕幅(最大値)ヒストグラム【タイプ②-2】

タイプ③

◆タイプ③の断層のうち、規模が大きい断層として、f-113断層を選定。



破砕幅(最大値)ヒストグラム【タイプ③】

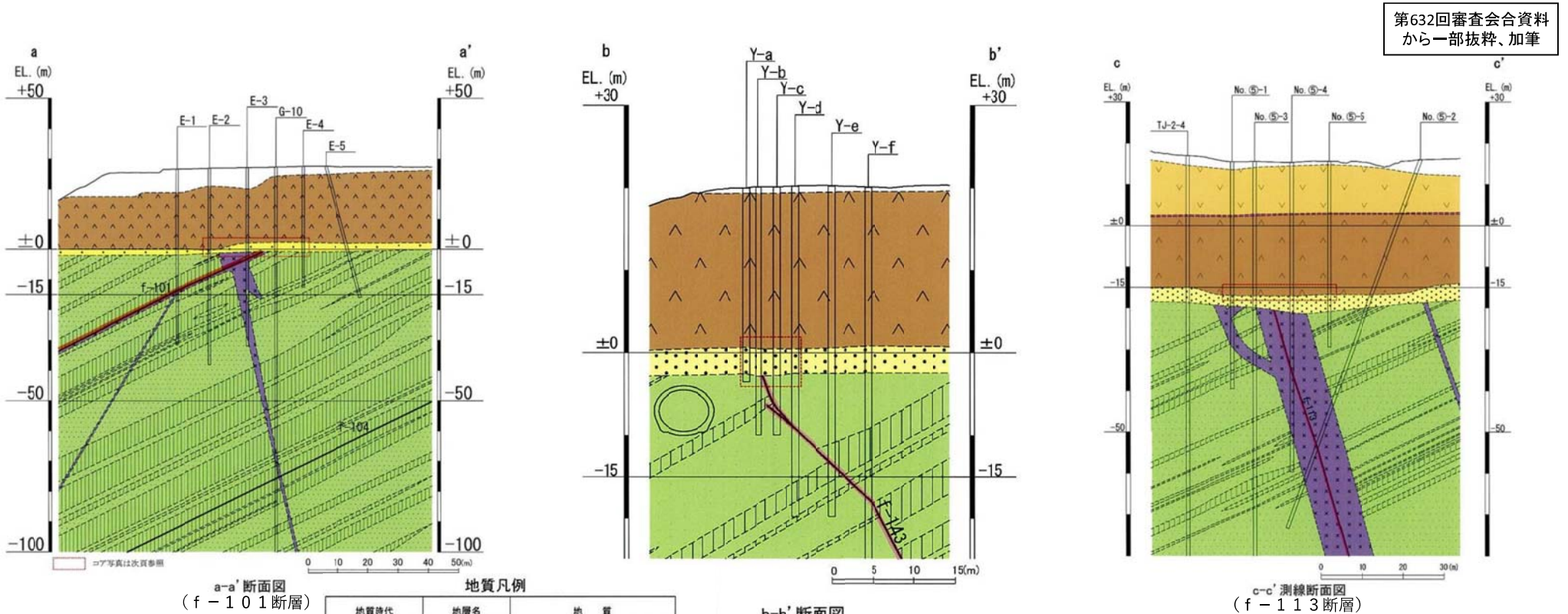
※ なお、f-101断層は各タイプの活動性評価対象断層であるf-143断層及びf-113断層と三つ巴の切り合い関係である。

○：活動性の評価対象断層のうち、新たに選定された断層

*ボーリングコア、試験坑及び基礎掘削面における破砕幅を基に、ヒストグラムを作成。

7. 審査結果：その他考慮する主な設計（5 / 5）〔評価対象断層の活動性の評価〕

事業者は、新たに選定された活動性の評価対象断層（f-101断層、f-143断層及びf-113断層）に関し、上載地層の年代に着目した手法により活動性評価を行い、敷地内の断層について将来活動する可能性のある断層等ではないと既許可申請で評価した結果に変更はないとしている。



a-a' 断面図 (f-101断層)

b-b' 断面図 (f-143断層)

c-c' 測線断面図 (f-113断層)

地質時代		地層名	地質
第四紀		沖積層	表土（盛土等を含む）
新生代	鮮新世	東松浦玄武岩類 ※	無斑晶質玄武岩
			凝灰岩
	中新世	八ノ久保砂礫層	砂礫層
		肥前粗粒玄武岩類	礫岩
		佐世保層群	頁岩
古第三紀	漸新世		砂岩

記号凡例

- (□) ボーリング孔（投影）
- 岩種境界線
- - - 断層 破砕帯
- (f- : 試掘坑以外で確認された断層)

※東松浦玄武岩類の年代は既往文献によると3.0~2.9Ma（百万年前）とされている。