

平成 23 年 (ヨ) 第 21 号 玄海原子力発電所 2 号機, 3 号機再稼働差止仮処分
命令申立事件

債権者 味志陽子 外 89 名
債務者 九州電力株式会社

答 弁 書

平成 23 年 10 月 11 日

佐賀地方裁判所 民事部 御中

〒810-0001 福岡市中央区天神二丁目 1 4 番 8 号
福岡天神センタービル 6 階
堤克彦法律事務所

債務者訴訟代理人弁護士 堤 克 彦
電 話 092-712-1267 FAX 092-771-0027



〒105-0004 東京都港区新橋二丁目 4 番 2 号
新橋アオヤギビル 7 階
山内喜明法律事務所

債務者訴訟代理人弁護士 山 内 喜 明
電 話 03-3593-2034 FAX 03-3593-2036



〒810-0074 福岡市中央区大手門一丁目 1 番 1 2 号
大手門パインビル 7 階

徳永・松崎・斉藤法律事務所 (送達場所)
債務者訴訟代理人弁護士 松 崎



同 齊 藤 芳



同 永 原



同 熊 谷 善



同 池 田 早



電 話 092-781-5881 FAX 092-781-5996

目 次

申立の趣旨に対する答弁	6
債 務 者 の 主 張	6
第 1 章 債権者の主張は失当であること	6
第 2 章 地震及び津波に対する安全性	6
第 1 はじめに	6
第 2 玄海 2 号機増設時の地震・津波に対する安全確保	7
1 地震に対する評価と耐震設計	7
(1) 耐震設計の概要	7
(2) 耐震設計に関する考え方	8
ア 重要度による分類	8
(ア) A クラス	8
(イ) B クラス	9
(ウ) C クラス	9
イ 耐震設計	9
(ア) A クラスの施設	9
(イ) B クラスの施設	9
(ウ) C クラスの施設	9
(3) 地震規模（設計用地震加速度）の設定根拠	10
ア 玄海地点付近の地震被害歴	10
イ 玄海地点の地盤条件	11
ウ 設計用地震加速度の設定	11
(ア) 地震の規模と震央距離の関係に基づく検討	11
(イ) 加速度増幅率に基づく検討	11
(ウ) 設計用地震加速度の設定	11
2 津波に対する評価	11
3 まとめ	12
第 3 玄海 3 号機増設時の地震・津波に対する安全確保	12
1 地震に対する評価と耐震設計	12
(1) 耐震設計の概要	12

(2) 耐震設計に関する考え方	13
ア 重要度による分類	13
(ア) Aクラス (Asクラスを含む)	13
(イ) Bクラス	13
(ウ) Cクラス	13
イ 耐震設計	14
(ア) Aクラスの施設	14
(イ) Asクラスの施設	14
(ウ) Bクラスの施設	15
(エ) Cクラスの施設	15
(3) 地震規模 (基準地震動 S_1 及び基準地震動 S_2) の設定根拠	16
ア 過去の地震から想定される地震	16
(ア) 過去の地震の調査	16
(イ) 過去の地震から想定される地震	17
イ 活断層から想定される地震	17
(ア) 活断層の調査	17
(イ) 敷地の地震動に評価すべき活断層	19
ウ 地震地体構造から想定される地震	19
エ 基準地震動の策定	20
(ア) 基準地震動 S_1 の策定	20
(イ) 基準地震動 S_2 の策定	20
2 津波に対する評価	21
3 まとめ	21
第4 耐震設計審査指針の改訂に伴う耐震安全性評価	21
1 国による指示の内容と債務者の対応	21
(1) 耐震設計審査指針の改訂に伴う国の指示	21
(2) 新潟県中越沖地震の発生に伴う国の指示	22
(3) 債務者の対応	22
2 基準地震動 S_s に対する安全機能の保持の評価及び確認	23
(1) 耐震安全評価の概要	23

(2) 基準地震動 S_s の策定	23
ア 策定方針	23
イ 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	24
(ア) 評価手法	24
(イ) 敷地周辺における地震発生状況	24
(ウ) 敷地周辺の活断層から想定される地震	25
(エ) 検討用地震の選定	26
(オ) 地震動評価	27
ウ 震源を特定せず策定する地震動	27
エ 基準地震動 S_s の策定	28
(ア) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	28
(イ) 震源を特定せず策定する地震動	28
(ウ) まとめ	28
(3) 建物・構築物, 機器・配管系の耐震性の確認	29
ア 建物・構築物の耐震性	29
イ 機器・配管系の耐震性	30
3 津波に対する安全性	31
(1) 津波に対する安全性評価の概要	31
(2) 津波に対する安全性評価の内容	31
ア 評価方針	31
イ 評価方法	31
ウ 既往津波の検討	32
エ 海城活断層により想定される地震に伴う津波の検討	32
4 まとめ	33
第3章 緊急安全対策の実施	33
第1 国による緊急安全対策の指示	33
第2 債務者の対応状況	34
1 債務者の対応の経緯	34
(1) 対応の実施と報告書の提出 (平成 23 年 4 月 15 日)	34
(2) 追加検討の実施と報告書の再提出 (平成 23 年 4 月 26 日)	34

2	短期対策・中長期対策の策定及び実施	35
(1)	短期対策の策定及び実施	35
ア	緊急時対応のための機器及び設備の点検	35
	(ア) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた点検	35
	(イ) 津波に起因する緊急時対応のための機器及び設備点検	35
イ	全交流電源喪失時の運転操作手順の充実	35
	(ア) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた訓練	35
	(イ) 3つの機能が全て喪失した場合の運転操作手順の追加・訓練	35
ウ	高圧発電機車の繋ぎ込み	36
	(ア) 高圧発電機車の配備	36
	(イ) 高圧発電機車の配備に伴う手順書の策定・訓練	36
エ	蒸気発生器への給水源確保	37
	(ア) 仮設ポンプ及びホースの配備	37
	(イ) 仮設ポンプ及びホースの配備に伴う手順書の策定・訓練	37
オ	使用済燃料ピットへの注水	38
	(ア) 仮設ポンプ及びホースの配備	38
	(イ) 仮設ポンプ及びホースの配備に伴う手順書の策定・訓練	39
カ	安全上重要な機器を設置しているエリアの浸水防止措置	39
キ	小括	40
(2)	中長期対策の策定	40
ア	低温停止状態への移行のための対策	41
イ	移動式大容量発電機の配備	41
ウ	海水ポンプ及びモータの予備品の確保	41
エ	安全上重要な機器を設置しているエリアの浸水対策の強化	41
オ	水源の信頼性向上対策	42
第3	緊急安全対策に関する国の確認	42
第4章	結語	42

申立の趣旨に対する答弁

- 1 本件仮処分命令申立てを却下する。
- 2 訴訟費用は債権者らの負担とする。

との裁判を求める。

債 務 者 の 主 張

第1章 債権者の主張は失当であること

本件仮処分申立のような仮の地位を定める仮処分が認められるには、保全の必要性として、債権者に生ずる著しい損害又は急迫の危険を避けるために必要と認められることが必要であり（民事保全法 23 条 2 項）、この点についての主張立証責任は債権者が負う。

本件に即していえば、債権者らは「玄海 2 号機及び 3 号機において大事故が起こる具体的危険性」について、主張立証する必要がある。

この点、債権者らは「玄海 2 号機及び 3 号機についても地震や津波によって大事故が起こる」と主張するが、その根拠としては今般福島第一原子力発電所で事故が発生した事実を主張するのみであり、玄海 2 号機及び 3 号機で起こり得る「地震」「津波」の具体的な規模及びその根拠、当該「地震」「津波」から「大事故」に至るまでの具体的な機序及びその根拠については何ら主張していない。

このように債権者らは「大事故が起こる具体的危険性」について全く主張しておらず、主張失当であることは明白である。

第2章 地震及び津波に対する安全性

第1 はじめに

債務者は、玄海 2 号機及び 3 号機について、それぞれの増設時において、地震及び津波に関して十分な調査及び検討を実施した上で、安全性を確保できるように設計した。

更に、耐震設計審査指針の改訂に伴う耐震安全性評価においても、

地震及び津波に関して再度十分な調査及び検討を行って、その安全性を確認している。

第2 玄海2号機増設時の地震・津波に対する安全確保

1 地震に対する評価と耐震設計

(1) 耐震設計の概要

債務者は、玄海2号機に関し、①Aクラスの施設(表1)については、建築基準法に示される震度¹の3倍の震度から得られる静的地震力²と、「設計用地震加速度」³(最大加速度180ガル⁴)から得られる動的地震力⁵に耐えるよう設計し、さらにAクラスの施設(表1)のうち原子炉格納容器及び原子炉安全停止機構⁶については、「設計用地震加速度」の1.5倍の地震(最大加速度270ガル)に対して安全機能が保持できるように設計し、②Bクラスの施設(表1)については、建築基準法に示される震度の1.5倍の震度から得られる静的地震力に耐えるよう設計し、③Cクラスの施設(表1)については、建築基準法に示される震度の1倍の震度から得られる静的地震力に耐えるよう設計した。

¹ 建築基準法に示される震度：重力の0.2倍(約200ガルに相当)を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる。なお、気象庁が地震情報として発表する震度は、揺れの大きさの程度を10段階で表した震度階級のことであり、ここで用いる震度とは別のものである。

² 静的地震力：地震による振動を「ある方向に作用する一定の力」に置き換えた地震力。主に建物や機器の基本構造を設計する際に用いられる。

³ 設計用地震加速度：耐震設計で動的地震力を算定する際の基準となるもので、岩盤における地震の加速度を示す。

⁴ ガル：地震によって起こる揺れの大きさを表した加速度の単位。

⁵ 動的地震力：地震による振動をそのまま用いたシミュレーションにより算定した地震力。主に建物や機器の詳細な構造を設計する際に用いられる。

⁶ 原子炉安全停止機構：原子炉を臨界未満に停止するための設備(制御棒クラスタ、制御棒駆動装置など)。

表1 玄海2号機の耐震重要度分類一覧表

分類	機器の例
Aクラス	原子炉格納容器, 原子炉容器, 1次冷却材ポンプ, 蒸気発生器, 加圧器, 余熱除去設備, 安全注入設備, 格納容器スプレイ設備, 非常用ディーゼル発電機, 制御棒クラスタ, 制御棒駆動装置など
Bクラス	廃棄物処理設備など
Cクラス	タービン設備, 発電機など

以下において、耐震設計に関する考え方及び地震規模（設計用地震加速度）の設定根拠を説明する。

(2) 耐震設計に関する考え方

発電所の耐震設計の目的は、発電所が地震に遭遇した場合にも、それが大きな事故の誘因にならないよう施設に十分な耐震性をもたせることである。

玄海2号機の耐震設計は、次の方針に従って行った。

- ① 建物、構築物及び機器配管系は、原則として剛にする⁷。
- ② 原子炉格納施設等の重要な構造物は、岩盤で直接支持する。
- ③ 発電所施設を、安全上の重要度に従ってA・B・Cの3クラスに分類し、それぞれ重要度に応じた耐震設計を行う。

【乙1-9「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（2号炉増設）」添付書類/8-1-40頁】

ア 重要度による分類

発電所のすべての施設を、安全上の重要度に応じてA・B・Cの3クラスに分類した（上記表1）。

(ア) Aクラス

その機能喪失が原子炉事故をひき起こす可能性のある施設及び周辺公衆の災害を防止するための緊要な施設。

⁷ 剛にする：建物や機器等が外力を受けた場合に、ねじれなどの変形を起こしにくい構造とすること。

(イ) Bクラス

高放射性物質に関連する施設であって A クラス以外の施設。

(ウ) Cクラス

A クラス及び B クラスに属する以外の施設。

【乙 1-9「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（2号炉増設）」添付書類／8-1-40 頁】

イ 耐震設計

発電所の施設は、安全上の重要度に応じ耐震安全性をもたせるよう設計した（図 1）。

(ア) Aクラスの施設

A クラスの施設は、a 建築基準法に示される震度の 3 倍の震度から得られる静的地震力と、b 「設計用地震加速度」から得られる動的地震力に耐えるように設計した。

設計用地震加速度は、地震被害歴及び地盤条件を考慮し、余裕を見込んで設定した。

A クラスの施設のうち、特に安全対策上緊要な施設である原子炉格納容器及び原子炉安全停止機構は、安全上の余裕を持たせるべく、設計用地震加速度の 1.5 倍の地震に対してその安全機能が保持できるように設計した。

(イ) Bクラスの施設

B クラスの施設は、建築基準法に示される震度の 1.5 倍の震度から得られる静的地震力に耐えるように設計した。

(ウ) Cクラスの施設

C クラスの施設は、建築基準法に示される震度の 1 倍の震度から得られる静的地震力に耐えるように設計した。

【乙 1-10「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（2号炉増設）」添付書類／8-1-41 頁】

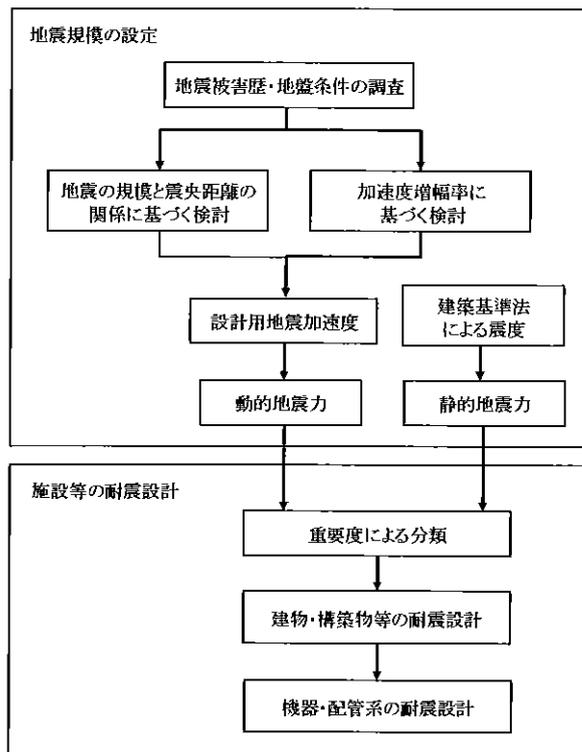


図1 玄海2号機の耐震設計フロー

(3) 地震規模（設計用地震加速度）の設定根拠

ア 玄海地点付近の地震被害歴

債務者は、日本古来の地震被害に関する地震史料（古文書、日記など）をもとにして各地震の規模、震央⁸及び被害状況をまとめた「理科年表」⁹等に基づいて、玄海地点付近の地震被害歴を調査した。

調査の結果、玄海地点付近に被害を伝えるものは見当たらなかったが、佐賀県及びその周辺に発生した地震で記録に残っているものとして、①肥前地震（1831年11月14日、マグニチュード6.1、震央距離¹⁰55km）、②筑前糸島地震（1898年8月10日、マグニチュード6.5、震央距離33km）、③千々石湾地震（1922年12月8日、マグニチュード6.5、震央距離92km）を抽出した【乙1-5「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（2号炉増設）」添付書類/6-5-2～6-5-3頁】。

⁸ 震央：地下内部で地震が発生した箇所（震源）の真上の地表上の位置。

⁹ 「理科年表」（東京天文台編・丸善・昭和48年）

¹⁰ 震央距離：震央から観測点までの距離。ここでは震央から発電所までの距離を示す。

イ 玄海地点の地盤条件

債務者は、発電所敷地の地盤の地震特性を調査するために、敷地内の岩盤・中間層及び地表の3点に地震計を設置して地震観測を行い、観測値から岩盤に対する地表の加速度増幅率¹¹を求めると2.5～5.5倍であった【乙1-6「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（2号炉増設）」添付書類/6-5-4頁】。

ウ 設計用地震加速度の設定

(ア) 地震の規模と震央距離の関係に基づく検討

上記「ア 玄海地点付近の地震被害歴」に記載した①肥前地震、②筑前糸島地震及び③千々石湾地震について、地震の規模（マグニチュード）と震央距離とから基盤の加速度を求める関係式を用いて、玄海地点の基盤（岩盤）における最大加速度を求めると、②筑前糸島地震時に80ガル程度となる。

(イ) 加速度増幅率に基づく検討

②筑前糸島地震時の玄海地点の震度階は、強震域（震度階V）に属し、強震の地表における加速度は80～250ガルとされている。

上記「イ 玄海地点の地盤条件」で述べたように玄海地点の岩盤に対する地表の加速度増幅率は2.5～5.5倍であるから、これを2.5倍として、②筑前糸島地震時の玄海地点の地表における加速度を2.5で除して岩盤の加速度を求めると、30～100ガル程度となる。

(ウ) 設計用地震加速度の設定

以上を踏まえ、設計用地震加速度としては、余裕を見込んで180ガルに設定した【乙1-7「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（2号炉増設）」添付書類/6-5-6頁】。

2 津波に対する評価

債務者は、津波に対する設計条件を設定するに当たり、「佐賀県災異

¹¹ 加速度増幅率：岩盤を伝わってきた地震の揺れ（加速度）は地表付近で増幅される。その増幅率は、一般に2倍～3倍程度であることが知られている。

誌」(佐賀気象台発行)を調査した。その結果、敷地付近に関して過去における津波による被害を伝えるものはなかった【乙 1-4「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書(2号炉増設)」添付書類/6-4-2頁】。

3 まとめ

以上のおり、玄海2号機の増設時には、過去の地震被害歴や地盤条件等について十分な調査及び検討を行い、施設の重要度に応じて、敷地において想定される地震に対して十分な耐震性を有するように設計した。

また、過去の津波についても十分な調査を行い、津波による影響を受けないことを確認した。

第3 玄海3号機増設時の地震・津波に対する安全確保

1 地震に対する評価と耐震設計

(1) 耐震設計の概要

債務者は、玄海3号機に関し、①Aクラスの施設(表2)については、静的地震力及び「基準地震動S₁」(最大加速度188ガル)に基づく地震力に対して耐えるよう設計し、さらにAsクラスの施設(表2)については、「基準地震動S₂」(最大加速度370ガル)に基づく地震力に対して安全機能が保持できるように設計、③Bクラス及びCクラスの施設(表2)については、それぞれの静的地震力に耐えるよう設計した。

表2 玄海3号機の耐震重要度分類一覧表

分類	機器の例
Aクラス	安全注入設備, 格納容器スプレイ設備など
Asクラス	原子炉格納容器, 原子炉容器, 1次冷却材ポンプ, 蒸気発生器, 加圧器, 余熱除去設備, 非常用ディーゼル発電機, 制御棒クラスタ, 制御棒駆動装置など
Bクラス	廃棄物処理設備など
Cクラス	タービン設備, 発電機など

以下において、耐震設計に関する考え方及び地震規模（基準地震動 S_1 及び基準地震動 S_2 ）の設定根拠を説明する。

(2) 耐震設計に関する考え方

原子炉施設は、想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならないとの考えに基づき、設計を行った。

また、建物・構築物は原則として剛構造¹²とするとともに、原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋等の重要な建物・構築物は岩盤に支持させた【乙 2-1-14「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類/8-1-93頁】。

ア 重要度による分類

原子炉施設の耐震設計上の施設別重要度を、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から、Aクラス（Asクラスを含む）・Bクラス・Cクラスに分類した（上記表2）。

(ア) Aクラス（Asクラスを含む）

Aクラスは、自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なものであって、その影響、効果の大きいもの。

Aクラスの施設のうち特に重要なもの¹³を、Asクラスとする。

(イ) Bクラス

Bクラスは、上記において、影響、効果が比較的小さいもの。

(ウ) Cクラス

Cクラスは、Aクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの。

【乙 2-1-15「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増

¹² 剛構造：建物や機器等が外力を受けた場合に、ねじれなどの変形を起こしにくい構造。剛構造とすることは、注5の「剛にする」と同義。

¹³ 特に重要なもの：1次冷却材圧力バウンダリを構成する機器、使用済燃料を貯蔵するための設備、原子炉の緊急停止のために負の反応度を付加する設備、炉心から崩壊熱除去するための機器等。

イ 耐震設計

上記「ア 重要度による分類」に応じた耐震設計を行った(図2)。

(ア) Aクラスの施設

Aクラスの施設は、a「基準地震動 S_1 」に基づく地震力と、b「静的地震力」に耐えるように設計した。

a 基準地震動 S_1 は、「設計用最強地震」に基づき策定した。

設計用最強地震とは、工学的見地から起こることを予期することが適切と考えられる地震であり、具体的には、①歴史的資料から過去において敷地またはその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震、②近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定した。

b 静的地震力として、建物・構築物における水平地震力¹⁴は建築基準法に示される震度を3倍して算定し、鉛直地震力¹⁵は水平地震力の1/2を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して算定した。また、機器・配管系における水平地震力及び鉛直地震力は建物・構築物において採用する地震力を1.2倍して算定した。

なお、水平地震力と鉛直地震力とは、同時に不利な方向に作用するものとした。

(イ) Asクラスの施設

Asクラスの施設は、上記「(ア) Aクラスの施設」に述べた耐震設計に加えて、更に、「基準地震動 S_2 」に基づく地震に対しても、その安全機能が保持できるように設計した。

基準地震動 S_2 は、「設計用限界地震」及び「直下地震」に基づき策定した。

¹⁴ 水平地震力：地震時に建物等に作用する力のうち、水平方向に作用する力。

¹⁵ 鉛直地震力：地震時に建物等に作用する力のうち、上下方向に作用する力。

設計用限界地震は、地震学的見地に立脚し、設計用最強地震を上回る地震について、①過去の地震の発生状況、②敷地周辺の活断層の性質、③地震地体構造¹⁶に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定した。

これに加えて、マグニチュード 6.5、震源距離¹⁷10km の直下地震も考慮した。

(ウ) Bクラスの施設

Bクラスの施設は、次の「静的地震力」に耐えるように設計した。

静的地震力として、建物・構築物については、建築基準法に示される震度を 1.5 倍して水平地震力を求めた。また、機器、配管系については、建物・構築物において採用する地震力を 1.2 倍して水平地震力を求めた。

(エ) Cクラスの施設

Cクラスの施設は、次の「静的地震力」に耐えるように設計した。

静的地震力として、建物・構築物については、建築基準法に示される震度を 1 倍して水平地震力を求めた。また、機器、配管系については、建物・構築物において採用する地震力を 1.2 倍して水平地震力を求めた【乙 2-1-14「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類/8-1-93 頁，乙 2-1-15「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類/8-1-94 頁，乙 2-1-16「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類/8-1-95 頁】。

¹⁶ 地震地体構造：地震規模，震源深さ，発震機構，地震発生頻度などに着目するとき，地震の発生の仕方に共通の性質をもっている広がりをもった一定の地域の地質構造をいう。地震地体構造を調査検討することによって，その地域で考えられる限界的な地震の規模，発生位置を想定することができる。

¹⁷ 震源距離：地下内部で地震が発生した箇所（震源）から観測点までの距離。ここでは震源から発電所までの距離を示す。

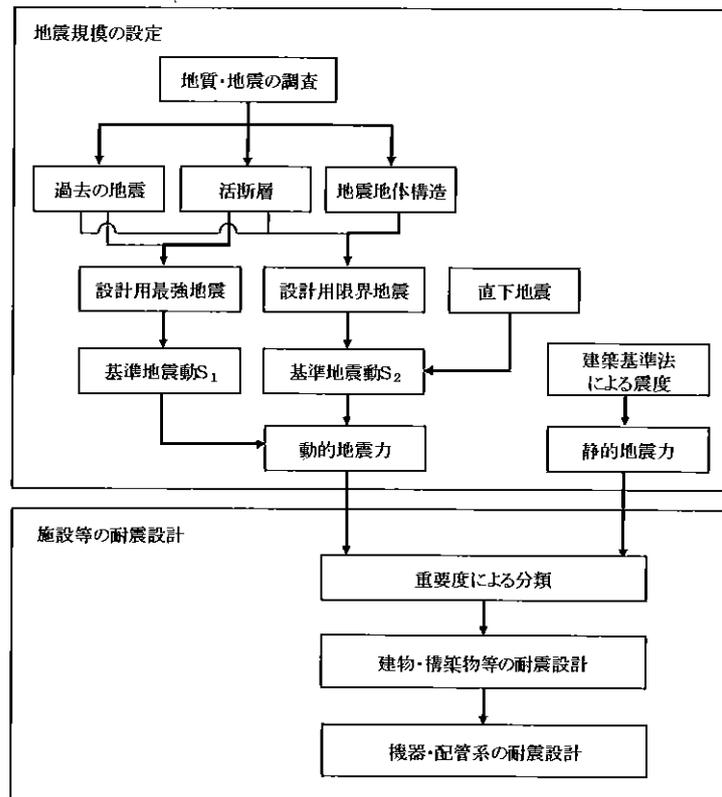


図2 玄海3号機の耐震設計フロー

(3) 地震規模（基準地震動 S₁ 及び基準地震動 S₂）の設定根拠

ア 過去の地震から想定される地震

(ア) 過去の地震の調査

a 地震カタログによる調査

債務者は、地震カタログ¹⁸として当時最も信頼が高かった「日本被害地震総覧」¹⁹及び「宇佐美カタログ（1979年）」²⁰に基づいて、九州地方における被害地震の震央位置・マグニチュード・被害状況等を調査した。

調査の結果、敷地に震度V²¹以上の地震動を与えたと推定される地震はなかった【乙2-1-5「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類/6-5-1頁，乙2-1-6「玄海原子力発電所の原

¹⁸ 地震カタログ：地震史料及び明治以降の地震観測記録を基に主な地震の震央位置，地震規模等を取りまとめたもの。

¹⁹ 「日本被害地震総覧」（宇佐美龍夫・東大出版会・昭和56年）

²⁰ 宇佐美カタログ：「Study of Historical Earthquakes in Japan」（宇佐美龍夫・東京大学地震研究所彙報・Vol.54 昭和54年）

²¹ 震度V：壁に割れ目が入り，墓石，石どうろろが倒れたり，煙突，石垣などが破損する程度の地震。

子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）添付書類／6-5-2頁】。

b 地震史料による調査

一方、地震カタログには記載はないが、地震史料（「新収日本地震史料（第二巻）」²²，「御家世傳草稿」²³、二十二）等において、元禄13年2月24日（1700年4月13日）に壱岐・対馬付近に発生した地震についての記載があった。

同地震は、震央位置・マグニチュード等は不明であるが、被害に関する記述により、壱岐で震度VI²⁴程度、対馬及び平戸で震度V程度の地震動を与えたと推定されることから、地震規模はマグニチュード7クラスのものであり、震央位置は壱岐・対馬間の壱岐に近い海峡にあったものと想定された。

同地震の地震規模をマグニチュード7.0，震央距離を約35kmと想定すれば、敷地に震度V程度の地震動を与えたと考えられた【乙2-1-6「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-2頁，乙2-1-7「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-5頁】。

(イ) 過去の地震から想定される地震

以上より、過去の地震のうち敷地に最も影響の大きい地震として、1700年壱岐・対馬付近の地震を敷地に考慮し、地震規模をマグニチュード7.0，震央距離を35kmとして評価した【乙2-1-7「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-5頁】。

イ 活断層から想定される地震

(ア) 活断層の調査

a 敷地から半径30km以内の断層

債務者は、当時断層に関する最新の文献であった「日本の活断

²² 「新収日本地震史料（第二巻）」（東京大学地震研究所編・昭和57年）

²³ 御家世傳草稿：江戸時代元禄の古文書で、その中に地震被害状況に関する記録も記されている。

²⁴ 震度VI：家屋の倒壊は30%以下で、山くずれが起き、地割れを生じ、多くの人々は立っていることができない程度の地震。

層」²⁵等の文献調査及び空中写真の判読結果を基に、敷地から半径 30km 以内の断層として、陸域については、①真名子－荒谷峠断層、②竹木場断層、③楠久断層、④国見断層及び⑤佐々川断層を抽出した。このうち、現地調査の結果から、①真名子－荒谷峠断層は下末吉期²⁶以降の活動はなく、⑤佐々川断層は小原台段丘相当の時期²⁷以降の活動はないものと考えられ、地震動の評価の対象とはしなかった。また、②竹木場断層、③楠久断層及び④国見断層については、いずれも規模が小さく仮に活動しても敷地への影響は小さいと考えられ、地震動の評価の対象とはしなかった。

敷地前面海域については、海上音波探査²⁸の結果から断層の存在は認められるものの、いずれも連続性に乏しく小規模であることから、敷地への影響は小さいと考えられ、地震動の評価の対象とはしなかった【乙 2-1-8「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-7～6-5-8頁】。

b 敷地から半径 30km から 150km の範囲内の断層

債務者は、当時断層に関する最新の文献であった「日本の活断層」を基に、敷地から半径 30km から 150km の範囲内の断層として、陸域については、①福智山断層、②西山断層系、③水網断層系、④雲仙地溝断層群、⑤別府北断層、⑥布田川－日奈久断層系及び⑦日奈久断層系を抽出した。これらの各断層について、断層規模から想定される地震のマグニチュード、断層の中央を震央とした震央距離及び敷地で想定される震度について精査した結果、敷地に震度 V 程度以上の地震動を与えると推定される活断層はなかった。

敷地周辺海域については、当時断層に関する最新の文献であった「海底地質構造図」²⁹、「日本海南部および対馬海峡周辺広域海底地質図」³⁰、「日本の活断層」、及びその他の文献³¹・³²を基に、

²⁵ 「日本の活断層」（活断層研究会編・1980年）

²⁶ 下末吉期：約 12.5 万年前に形成された地層の年代。

²⁷ 小原台段丘相当の時期：約 10 万年前に形成された地層の年代。

²⁸ 海上音波探査：海上で船から海底に向けて音波を発振し、海底からの反射波を受振することで、海底下の地質・地質構造を探る調査。

²⁹ 「海底地質構造図」（海上保安庁水路部・1976～1982年）

³⁰ 「日本海南部および対馬海峡周辺広域海底地質図」（本座栄一，玉木賢策，湯浅真人，村上文敏・地質調査所・1979年）

³¹ 「対馬西方海域の海底地質」（富田幸臣，他・九大理研報（地質）12巻・1975年）

敷地周辺海域の断層を抽出して精査した。

対馬一五島西方海域には、文献において断層の存在が記載されているが、債務者が実施した海上音波探査結果から、これらの断層は、長さが短く、敷地からの距離も遠いことから、敷地への影響は小さいので、地震動の評価の対象としなかった。

また、対馬一五島西方海域に分布する断層以外の断層については、海上保安庁の音波探査記録を検討した結果、第四紀³³層に相当する浅部には断層が認められないものが多く、認められてもその延長は短く、敷地からの距離も遠いことから、敷地への影響は小さいので、地震動の評価の対象としなかった【乙2-1-8「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-7～6-5-8頁】。

(イ) 敷地の地震動に評価すべき活断層

以上より、敷地の地震動に評価すべき活断層はなかった【乙2-1-8「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-7～6-5-8頁】。

ウ 地震地体構造から想定される地震

「地震第2輯第20巻」³⁴の宮村の地震帯の分類によれば、九州地方の地震帯は3つに分類され、敷地及びその周辺は「現在も活動的なやや古い島弧（琉球弧）の地震帯」に属する。

地震地体構造上敷地周辺で起こり得る限界的な地震を考慮するに当たっては、過去の地震の生起状況等から、ほぼ九州全域は、地震学上、マグニチュード7.5が起こり得る上限とする知見が得られていた。

当地域における地震の発生状況としては、敷地周辺ではほとんど地震の発生がみられないこと、敷地に最も近い位置に1700年壱岐・対馬付近の地震（マグニチュード7.0，震央距離35km）が発生して

³² 「九州北西海域の海底地形と地質構造運動」（桂忠彦，永野真男・Journal of the Oceanographical Society of Japan Vol. 32・1976年）

³³ 第四紀：地質時代を表すもので、3号増設時は約180万年前から現在までの期間とされている（現在では約260万年前から現在までの期間とされている）。

³⁴ 「地震第2輯第20巻」（日本地震学会・昭和42年）

いることなどから、地震地体構造上考慮する限界的な地震として、マグニチュード 7.5、震央距離 35km を想定した【乙 2-1-9「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-9～6-5-11頁】。

エ 基準地震動の策定

(ア) 基準地震動 S_1 の策定

- a 上述したとおり、設計用最強地震は、①歴史的資料から過去において敷地またはその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震、②近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する。

以上の観点から検討した結果、上記「ア 過去の地震から想定される地震」に記載した 1700 年壱岐・対馬付近の地震（マグニチュード 7.0、震央距離 35km）を設計用最強地震として考慮した【乙 2-1-10「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-14頁】。

- b この設計用最強地震から策定した基準地震動 S_1 の最大加速度は 188 ガルであった【乙 2-1-11「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-88頁】。

(イ) 基準地震動 S_2 の策定

- a 上述したとおり、設計用限界地震は、①過去の地震の発生状況、②敷地周辺の活断層の性質、③地震地体構造に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定する。

以上の観点から検討した結果、上記「ウ 地震地体構造から想定される地震」に記載した地震地体構造の見地から想定する地震（マグニチュード 7.5、震央距離 35km）を設計用限界地震として考慮した。

- b また、安全評価の立場から、直下地震（マグニチュード 6.5、震源距離 10km）も考慮した【乙 2-1-10「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-5-14頁】。
- c これらの設計用限界地震及び直下地震から 2 波の基準地震動 S_2

を策定した。基準地震動 S_2 の最大加速度は、370 ガルであった【乙 2-1-12 玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）添付書類／6-5-90頁】。

2 津波に対する評価

債務者は、津波に対する設計条件を設定するに当たり、過去の地震史料等を検討した。その結果、津波による水位上昇は 1m 程度であった。

敷地の標高は、T.P. ³⁵+11.0m であるため、津波によって原子炉施設が影響を受けることはないと判断した【乙 2-1-4「玄海原子力発電所の原子炉設置変更許可申請書（3，4号炉増設）」添付書類／6-4-4頁】。

3 まとめ

以上のとおり、玄海3号機の増設時には、過去の地震から想定される地震、活断層から想定される地震、地震地体構造から想定される地震等について十分な調査及び検討を行い、施設の重要度に応じて、想定される地震に対して十分な耐震性を有するように設計した。

また、過去の津波についても十分な調査及び検討を行い、津波による影響を受けないことを確認した。

第4 耐震設計審査指針の改訂に伴う耐震安全性評価

1 国による指示の内容と債務者の対応

(1) 耐震設計審査指針の改訂に伴う国の指示

平成18年9月19日に耐震設計審査指針の改訂が行われ（改訂後の耐震設計審査指針につき「新耐震指針」という）、翌20日、国から、債務者を含む各原子力事業者に対して、既設発電用原子炉施設について新耐震指針に照らした耐震安全性評価（以下「耐震バックチェック」という）を実施するよう指示がなされた。

具体的には、①「Sクラス」³⁶の施設について「基準地震動 S_s 」に対する安全機能の保持の評価及び確認を行うこと、②地震随伴事象に

³⁵ T.P.：東京湾平均海面

³⁶ Sクラス：従来のAsクラスとAクラスを統合したもの。

対する考慮として、津波に対する安全性に関する評価を行うこと等の指示がなされた【乙3「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設の耐震安全性の評価等の実施について（平成18年9月20日）」1～3頁】。

(2) 新潟県中越沖地震の発生に伴う国の指示

平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震に伴い、国から、新潟県中越沖地震から得られる新たな知見について、耐震バックチェックに反映すべき事項について指示がなされた【乙4「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項（中間とりまとめ）について（通知）（平成19年12月27日）」】。

(3) 債務者の対応

これらの国の指示を受け、債務者は、玄海原子力発電所について、地質調査に基づき基準地震動 S_s を策定するとともに、3号機の主要設備の耐震安全性評価結果を取りまとめた中間報告書を平成20年3月31日に経済産業省へ提出している。さらに、新潟県中越沖地震で得られた知見等を踏まえ耐震安全性に対する信頼性をより一層向上させるため、基準地震動 S_s を見直すとともに、1、2、3及び4号機における主要設備の耐震安全性評価を取りまとめた中間報告書を平成21年3月26日に経済産業省へ提出している。

この中間報告の内容については、国の審議が行われ、平成21年12月3日に原子力安全・保安院、平成22年3月18日に原子力安全委員会より、基準地震動 S_s の策定及び玄海3号機の主要な設備の耐震安全性評価結果が妥当との評価を受けた【乙5「耐震設計審査指針の改訂に伴う九州電力株式会社玄海原子力発電所3号機耐震安全性に係る中間報告の評価について（通知）（平成21年12月3日）」、乙6「耐震設計審査指針の改訂に伴う九州電力株式会社玄海原子力発電所3号機耐震安全性に係る中間報告の評価について」に対する見解（平成22年3月18日）」】。

なお、玄海3号機の耐震安全性評価結果に係る報告書（最終報告）については平成21年6月18日に、玄海2号機については平成22年3月26日にそれぞれ提出し、現在国の確認を受けているところである。

2 基準地震動 Ss に対する安全機能の保持の評価及び確認

(1) 耐震安全評価の概要

債務者は、玄海2号機及び3号機に関し、Sクラスの施設（表3）について、「基準地震動 Ss」（最大加速度 540 ガル）に基づく地震力に対して安全機能が保持できることを確認した。

表3 新耐震指針に基づいた耐震重要度分類一覧表

分類	機器の例
Sクラス	原子炉格納容器，原子炉容器，1次冷却材ポンプ，蒸気発生器，加圧器，余熱除去設備，安全注入設備，格納容器スプレイ設備，非常用ディーゼル発電機，制御棒クラスタ，制御棒駆動装置など
Bクラス	廃棄物処理設備など
Cクラス	タービン設備，発電機など

以下において、基準地震動 Ss の策定及び耐震性の確認について説明する。

(2) 基準地震動 Ss の策定

ア 策定方針

基準地震動 Ss は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を考慮して策定した（図3）。

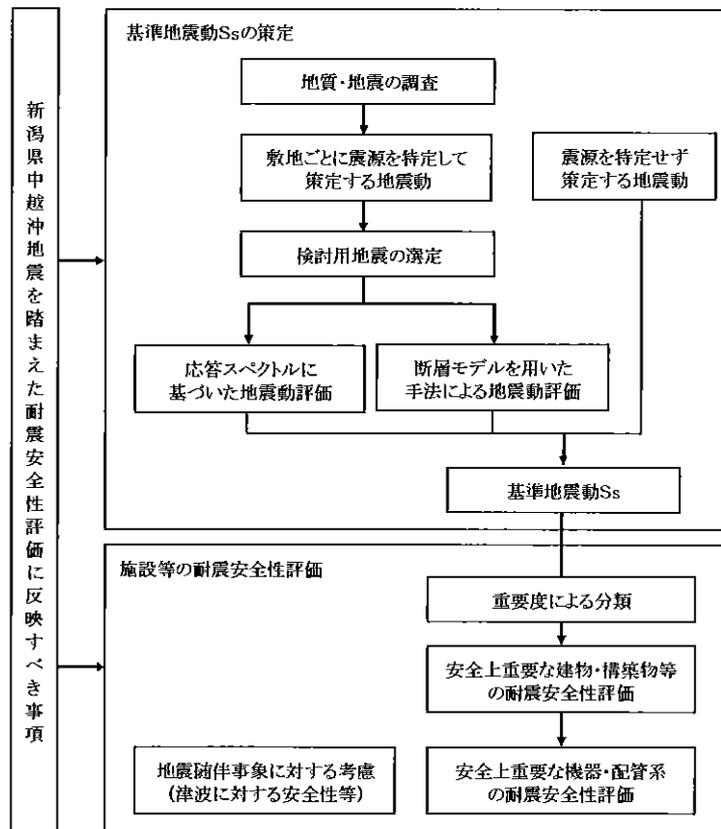


図3 耐震バックチェックの評価フロー

イ 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

(ア) 評価手法

敷地周辺における地震発生状況及び敷地周辺の活断層の性質等を考慮して、その発生様式による地震の分類を行った上で、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という）を選定し、新潟県中越沖地震で得られた新知見等も考慮して、敷地での地震動評価を実施した。

(イ) 敷地周辺における地震発生状況

各種調査資料等を基に、過去に敷地又はその周辺に影響を与えた、もしくは与えたと考えられる被害地震について調査した。

1884年以前の地震については「最新版日本被害地震総覧」³⁷⁾による値を、1885年以降1922年までの地震については「茅野・宇

³⁷⁾ 「最新版日本被害地震総覧[416]-2001」(宇佐美龍夫・東京大学出版会・2003年)

津カタログ(2001)」³⁸による値を、さらに1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」³⁹による値を基に、敷地に大きな影響を与えた地震として、震度5弱(1996年以前は震度V)程度以上を目安に選定した【乙7-5「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書(玄海1号機及び2号機)4-5頁、乙8-5「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書(玄海3号機及び4号機)4-5頁】。

その結果、1700年壱岐・対馬の地震及び2005年福岡県西方沖地震が抽出され、これらを考慮した【乙7-6「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書(玄海1号機及び2号機)4-6頁、乙8-6「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書(玄海3号機及び4号機)4-6頁】。

なお、これらの地震は、地震発生様式としては内陸地殻内地震⁴⁰に分類される。その他の地震発生様式(プレート間地震⁴¹、海洋プレート内地震⁴²等)については、その発生位置から敷地までの距離が十分に離れており、敷地での震度がV以上と推定される地震はない。

(ウ) 敷地周辺の活断層から想定される地震

活断層の調査にあたっては、敷地からの距離に応じて、文献調査、変動地形学的調査⁴³、地球物理学的調査⁴⁴、地表地質調査⁴⁵等の調査を実施し、断層の活動性や連続性を安全側に評価⁴⁶した。特に、敷地近傍については、より精度の高い詳細な調査を実施した。

調査の結果、耐震設計上考慮する敷地周辺の活断層として、陸

³⁸ 「地震の事典[第2版]」(宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎・朝倉書店・2001年)

³⁹ 「地震・火山月報(カタログ編)」(気象庁・2007年)

⁴⁰ 内陸地殻内地震: 陸のプレート内部で発生する活断層による地震。

⁴¹ プレート間地震: 太平洋側沖合から陸の方へ沈み込む海洋プレートと陸のプレートとの境界付近で発生する地震。

⁴² 海洋プレート内地震: 沈み込む海洋プレート内部で発生する地震。

⁴³ 変動地形学的調査: 断層や褶曲等により動いた形跡のある地形のことを変動地形といい、特にこれに着目した空中写真判読等による調査。

⁴⁴ 地球物理学的調査: 地盤中の振動の伝わり方や、場所毎に微小に異なる重力値等の物理的手段を用いて、地下構造を把握する調査。

⁴⁵ 地表地質調査: 現地で地表観察や試料採取等を実施し、地表付近の地質状況を把握する調査。

⁴⁶ 安全側に評価: 想定される地震の規模が大きくなる方向に断層を評価すること。

域については、①竹木場断層、②城山南断層、③真名子－荒谷峠断層、④楠久断層、⑤国見断層及び⑥今福断層を選定した。また、海域については、⑦糸島半島沖断層群及び⑧F-h断層を選定した（図4）。半径30km以遠の活断層については、地震規模及び敷地からの距離を考慮して⑨警固断層帯で代表させた【乙7-4「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海1号機及び2号機）」4-4頁、乙8-4「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海3号機及び4号機）」4-4頁】。

敷地周辺の活断層から想定される地震は、すべて震度V以上となるため、いずれも敷地に大きな影響を与える地震として考慮した。

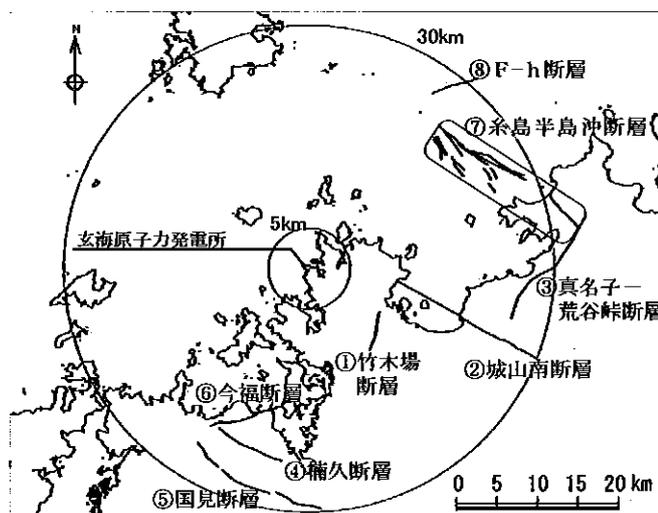


図4 半径約30kmにおける活断層分布図

(エ) 検討用地震の選定

上記（イ）の1700年壱岐・対馬の地震及び2005年福岡県西方沖地震、上記（ウ）の敷地周辺の活断層から想定される地震は、地震発生様式による分類では、いずれも内陸地殻内地震である。

検討用地震については、Noda et al.(2002)⁴⁷による応答スペクトルの比較により、敷地に特に大きな影響を及ぼすと想定される地震を検討用地震として選定した。

その結果、「竹木場断層による地震」及び「城山南断層による地震」を検討用地震として選定した【乙 7-7 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 1 号機及び 2 号機）4-17 頁、乙 8-7 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）4-17 頁】。

(オ) 地震動評価

検討用地震として選定した「竹木場断層による地震」及び「城山南断層による地震」について、「応答スペクトルに基づく手法」⁴⁸及び「断層モデルを用いた手法」⁴⁹のそれぞれにより、不確かさ⁵⁰を考慮した地震動評価を行った。

ウ 震源を特定せず策定する地震動

敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震のすべてを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を考慮した。

加藤ほか(2004)⁵¹は、日本及びカリフォルニアにおける震源近傍で得られた観測記録を収集し、詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模を事前に特定できない地震の地震動レベルを

⁴⁷ Noda et al.(2002) 「Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites」(Noda, S., K.Yashiro, K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and T.Watanabe・OECD-NEA Workshop on the Relation between Seismological Data and Seismic Engineering, Oct.16-18, Istanbul, 399-408・2002年)

⁴⁸ 応答スペクトルに基づく手法：地震による揺れは、一般に地震の規模が同じであれば距離とともに小さくなるため、地震のマグニチュードと震源からの距離により、敷地での揺れを評価する手法のこと。

⁴⁹ 断層モデルを用いた手法：地震の震源の広がりや断層面としてモデル化し、波の伝わり方、敷地の状況を考慮して、敷地での揺れを直接評価する手法のこと。

⁵⁰ 不確かさ：ばらつきのこと。ここでは断層長さや断層の傾斜角等のばらつきをいう。

⁵¹ 加藤ほか(2004)：「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル—地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討—」(加藤研一、宮腰勝義、武村雅之、井上大榮、上田圭一、壇一男・日本地震工学会論文集、第4巻、第4号、46-86・2004年)

設定している。

債務者は、上記の地震動レベルに敷地における地盤物性を考慮して「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトルを求めた【乙7-8「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海1号機及び2号機）」4-30頁、乙8-8「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海3号機及び4号機）」4-30頁】。

エ 基準地震動 S_s の策定

(ア) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

検討用地震として選定した「竹木場断層による地震」及び「城山南断層による地震」について地震動評価を行った結果、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動 S_s は、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 S_s-1 と、断層モデルを用いた手法による基準地震動 S_s-2 , S_s-3 をそれぞれ策定した【乙7-9「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海1号機及び2号機）」4-35頁、乙8-9「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海3号機及び4号機）」4-35頁】。

(イ) 震源を特定せず策定する地震動

「震源を特定せず策定する地震動」による応答スペクトルは、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動 S_s-1 の応答スペクトルにすべての周期帯において包絡されるため、基準地震動 S_s-1 で代表させた【乙7-10「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海1号機及び2号機）」4-37頁、乙8-10「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海3号機及び4号機）」4-37頁】。

(ウ) まとめ

以上の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価に基づき、3波の基準地震

動 Ss (Ss-1, Ss-2, Ss-3) を策定した。

基準地震動 Ss における最大加速度は 540 ガルである (図 5)【乙 7-11 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書 (玄海 1 号機及び 2 号機)」4-172 頁, 乙 8-11 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書 (玄海 3 号機及び 4 号機)」4-172 頁】。

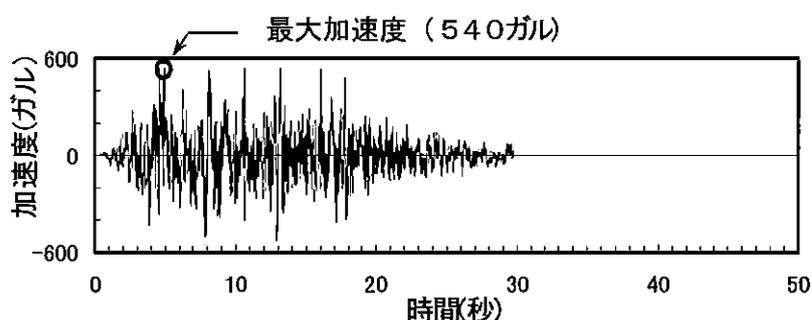


図 5 最大となる基準地震動 Ss-1 の加速度波形 (水平動)

(3) 建物・構築物, 機器・配管系の耐震性の確認

ア 建物・構築物の耐震性

安全上重要な建物・構築物について, 基準地震動 Ss による地震力に対する安全性を確認するため, 基準地震動 Ss による各層の鉄筋コンクリート耐震壁の最大応答せん断ひずみ⁵²を評価した。

表 4 に, 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価結果を示す。建屋毎に算出した応答せん断ひずみは, 最大で 0.66×10^{-3} であり, 評価基準値 2.0×10^{-3} 【乙 3 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設の耐震安全性の評価等の実施について (平成 18 年 9 月 20 日)】(別添) 34 頁】に対して十分余裕があり, 建物が構造物全体として変形能力について十分な余裕を有していることを確認した【乙 7-13 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書 (玄海 1 号機及び 2 号機)」6-13 頁, 乙 7-14 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書 (玄海 1 号機及び 2 号機)」6-15 頁, 乙 8-13 「発電用原子炉施設に関する耐震設

⁵² 最大応答せん断ひずみ: 耐震壁が地震による力を受けたときの変形量を耐震壁の高さで除した値の最大値。

計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）」6-6 頁，乙 8-14 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）」6-10 頁，乙 8-15 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）」6-13 頁】。

表 4 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価結果

対象施設		対象部位	評価値 〔最大応答 せん断ひずみ〕	評価基準値
2 号機	原子炉建屋	耐震壁	0.58×10^{-3}	$\leq 2.0 \times 10^{-3}$
	原子炉補助建屋		0.31×10^{-3}	
3 号機	原子炉建屋	耐震壁	0.66×10^{-3}	
	原子炉補助建屋		0.33×10^{-3}	
	燃料取替用水タンク建屋		0.06×10^{-3}	

イ 機器・配管系の耐震性

S クラスに属する安全上重要な機器・配管系の全数について，構造強度評価を実施するとともに，ポンプ，弁，及び制御棒等の地震時の動的機能維持評価を実施した。

機器・配管系の発生応力値は，いずれも評価基準値を満足しており，また，動的機能維持の評価結果についても，評価基準値を満足していることを確認した【乙 7-16 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 1 号機及び 2 号機）」7-28～36 頁，乙 7-17 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 1 号機及び 2 号機）」7-48 頁，乙 8-17 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）」7-19～27 頁，乙 8-18 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）」7-42 頁】。

表 5 に代表的な機器・配管系に対する耐震安全評価結果を示す。

表5 代表的な機器・配管系に対する耐震安全評価結果

区分	設備	評価部位	単位	評価値		評価基準値※	
				2号機	3号機	2号機	3号機
止める	炉内構造物	ラジアルサポート	応力(MPa)	259	103	≦372	≦372
	制御棒(挿入性)	—	時間(秒)	1.67	1.72	≦1.8	≦2.2
冷やす	蒸気発生器	給水入口管台	応力(MPa)	268	276	≦413	≦474
	1次冷却材管	配管	応力(MPa)	174	167	≦348	≦378
	余熱除去ポンプ	ボルト	応力(MPa)	10	15	≦160	≦160
	余熱除去設備配管	配管	応力(MPa)	144	93	≦333	≦342
閉じ込める	原子炉容器	安全注入用管台 ※3号機は「出口管台」	応力(MPa)	290	257	≦383	≦420
	原子炉格納容器本体	胴	座屈(—)	0.79	—	≦1	—

※「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」及び「発電用原子力設備規格設計・建設規格(JSME S NC-1)」に基づき算出。

総弁者への
12/11/2012

評価 1.3
12/11

3 津波に対する安全性

(1) 津波に対する安全性評価の概要

債務者は、最高水位を与える想定津波は、玄海1・2号機の取水口位置で T.P.+2.1m 程度、玄海3・4号機の取水ピット前面位置で T.P.+2.0m 程度であること、玄海原子力発電所の敷地は T.P.+11.0m に整地されていることから、原子炉施設の安全性に問題はないことを確認した。

以下において、津波に対する安全性評価の内容について説明する。

(2) 津波に対する安全性評価の内容

ア 評価方針

施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性のある津波を想定し、想定津波による水位変化が原子力施設へ与える影響を評価した。

イ 評価方法

既往津波について、文献調査を基に敷地が位置する九州地方沿岸域に影響を及ぼしたと考えられる津波を抽出した。

また、後述のように敷地周辺の沿岸域に被害をもたらした既往津波が認められないことから、想定津波として海域活断層により想定される地震に伴う津波を設定し、設定した想定津波の断層モデルに係わる不確かさを考慮した数値シミュレーション等を行うことにより、津波の検討を行った。

ウ 既往津波の検討

文献調査を基に、敷地周辺の既往津波の被害状況、プレート境界付近における津波の発生状況、日本海東縁部における津波の発生状況及び 1960 年チリ地震津波等の遠地津波について調査した結果、敷地周辺の沿岸域に顕著な影響を及ぼした既往津波は認められないと判断した。

エ 海域活断層により想定される地震に伴う津波の検討

既往津波が認められないことから、想定津波として海域活断層により想定される地震に伴う津波を設定し、設定した想定津波の断層モデルに係る不確かさを考慮した数値シミュレーション等を行うことにより、評価用の津波水位の検討を行った。

検討の結果、最高水位を与える想定津波は、対馬南方沖断層に想定される地震に伴う津波であり、津波水位は玄海 1・2号機の取水口位置で T.P.+2.1m 程度、玄海 3・4号機の取水ピット前面位置で T.P.+2.0m 程度である（表 6）【乙 7-19 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 1 号機及び 2 号機）」 10-7 頁，乙 8-20 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（玄海 3 号機及び 4 号機）」 10-7 頁】。

津波による水位上昇に対して、玄海原子力発電所の敷地は T.P.+11.0m に整地されていることから、原子炉施設の安全性に問題はないことを確認した。

表 6 想定される津波高さ

	玄海 2 号機	玄海 3 号機
最高水位 (m)	T.P.+2.1 程度	T.P.+2.0 程度

4 まとめ

以上のとおり、債務者は、耐震バックチェックにおいて、敷地周辺における地震発生状況及び敷地周辺の活断層の性質等を考慮して、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を想定し、また、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震から「震源を特定せず策定する地震動」をも想定し、これらの地震に対しても十分な耐震性を有することを確認した。

また、津波についても、既往津波のみならず、海域活断層により想定される地震に伴う津波に対しても、原子炉施設の安全性に問題はないことを確認した。

第3章 緊急安全対策の実施

第1 国による緊急安全対策の指示

平成23年3月30日、国は、今般の福島第一原子力発電所事故を踏まえて、電気事業者等に対し、津波により3つの機能（全交流電源、海水冷却機能、使用済み燃料貯蔵プールの冷却機能）を全て喪失したとしても、炉心損傷や使用済み燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ冷却機能の回復を図るための緊急安全対策に直ちに取り組むよう指示を行った【乙9「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について(指示)(平成23年3月30日)」】。

国の指示における具体的要求事項は、以下のとおりである。

① 緊急点検の実施

津波に起因する緊急時対応のための機器、設備の緊急点検の実施

② 緊急時対応計画の点検と訓練の実施

全交流電源喪失、海水冷却機能喪失及び使用済み燃料貯蔵プールの冷却機能喪失を想定した緊急時対応計画の点検と訓練の実施

③ 緊急時の電源確保

所内電源が喪失し、緊急時電源が確保できない場合に、必要な電力を機動的に供給する代替電源の確保

④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保

海水系施設，若しくはその機能が喪失した場合を想定した，機動的な除熱機能の復旧対策の準備

⑤ 緊急時の使用済燃料貯蔵プールの冷却確保

使用済燃料貯蔵プールの冷却やプールへの通常の所内水供給が停止した際に，機動的に冷却水を供給する対策の実施

⑥ 各原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施

第2 債務者の対応状況

1 債務者の対応の経緯

(1) 対応の実施と報告書の提出（平成23年4月15日）

債務者は，上記の国の指示を受け，これまでに判明している知見に基づき，玄海原子力発電所における緊急安全対策として，(1)短期的に新たに実施すべき対策及び充実すべき対策（短期対策），(2)更なる安全性向上対策（中長期対策）を策定し，その実施状況を平成23年4月15日に国に報告した【乙10「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）」】。

この報告に対する原子力安全・保安院の立入検査は，平成23年4月20日及び21日に実施された。

なお，短期対策及び中長期対策の内容及び実施状況については，後述する。

(2) 追加検討の実施と報告書の再提出（平成23年4月26日）

上記立入検査の結果も踏まえ，原子力安全・保安院から追加検討の指示を受けたこと【乙11「緊急安全対策に係る実施状況における追加検討について（指示）」】，及び使用済燃料ピットの冷却水量に関する評価を設置許可に基づくデータにより再評価した結果仮設ポンプの仕様の一部を変更したことから，それらの内容を反映し，平成23年4月26日に再度，実施状況を国に報告した【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策につ

いて（実施状況報告書）（補正版）】。

また、この報告に関する原子力安全・保安院の立入検査が平成 23 年 5 月 2 日に実施された。

2 短期対策・中長期対策の策定及び実施

(1) 短期対策の策定及び実施

ア 緊急時対応のための機器及び設備の点検

(ア) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた点検

設備点検パトロールにより、非常用ディーゼル発電機、非常用炉心冷却設備等、発電所の各設備の点検を、平成 23 年 3 月 15 日までに実施し、異常がないことを確認した【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」7 頁】。

(イ) 津波に起因する緊急時対応のための機器及び設備点検

津波に起因する緊急時対応のための機器及び設備の点検を、平成 23 年 4 月 11 日までに実施し、異常がないことを確認した。

更に、仮設ポンプの仕様変更に伴う点検を、平成 23 年 4 月 22 日に実施した【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」7 頁】。

イ 全交流電源喪失時の運転操作手順の充実

津波により 3 つの機能を全て喪失した場合の運転操作手順を定めることにより、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止する。

(ア) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた訓練

従来から策定していた運転基準を用いて、全交流電源が喪失した場合を想定した対応訓練を、平成 23 年 3 月 23 日までに実施した【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」7 頁】。

(イ) 3 つの機能が全て喪失した場合の運転操作手順の追加・訓練

a 運転操作手順の追加

全交流電源喪失、海水冷却機能喪失及び使用済燃料ピット水冷却系異常に係る運転操作については、従来から個別に運転基準に

以前と今回

定めていた。

福島第一原子力発電所事故を踏まえ、津波により3つの機能が全て喪失した場合の運転操作手順を、平成23年4月8日に追加するとともに、関係規定類の改正を行った。

b 検証

運転操作手順の追加に当たっては、平成23年4月6日に実行性確認を行い、改善点の抽出及び手順への反映を行った。

c 訓練

上記検証を経て改正した運転基準を用いた訓練を、平成23年4月12日までに実施した。また、今後も関係規定類に定める頻度に基づき、継続的に訓練を行う【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」7頁】。

ウ 高圧発電機車の繋ぎ込み

(ア) 高圧発電機車の配備

全交流電源喪失時における蒸気発生器による1次冷却系の除熱及びプラント監視機能を維持するために必要な電源容量を検討するとともに、その容量を満足する高圧発電機車を手配し、平成23年3月18日までに配備した。

更に、運用性を考慮して500kVA×1台/プラントとなるように、平成23年4月1日までに追加配備した。

なお、高圧発電機車及び資機材の保管場所は、津波の影響を受けない高台にするとともに、法面⁵³近傍から離れた場所とした【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」7頁、8頁】。

(イ) 高圧発電機車の配備に伴う手順書の策定・訓練

a 手順書の作成

高圧発電機車による電源供給を行うための手順を、平成23年4月8日までに策定するとともに、関係規定類の改正を行った。

⁵³ 法面：切土、盛土などにより出来る人工的な斜面。地震等により地崩れが生じた際に影響を受けないよう、資機材の保管場所は法面近傍から離れた場所としている。

b 検証

手順の策定に当たっては、平成 23 年 4 月 1 日～7 日に実行性確認を行い、改善点の抽出及び手順への反映を行った。

c 訓練

上記検証を経て制定した手順に係る訓練を、平成 23 年 4 月 12 日までに実施した。

また、今後も関係規定類に定める頻度に基づき、継続的に訓練を行う【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」8 頁】。

エ 蒸気発生器への給水源確保

(ア) 仮設ポンプ及びホースの配備

全交流電源が喪失した場合、1 次冷却系の除熱に余熱除去システムを用いることが出来ないため、蒸気発生器による除熱が必要である。蒸気発生器への給水は復水タンクを水源とし、タービン動補助給水ポンプにて行う。なお、復水タンクの水位が低下した場合、2 次系純水タンク等から冷却水を供給することとしている。

また、恒設のタンクの冷却水がなくなった場合に備え、ろ過水貯蔵タンク、淡水池及び海水から復水タンクへの水補給には仮設ポンプを用いる。そのために必要な仮設ポンプ及びホースを、平成 23 年 4 月 5 日までに配備した。

その後、平成 23 年 4 月 22 日までに、仮設ポンプの仕様変更を行うとともに、万一のがれき等の迂回を考慮しても余裕を持ってホース布設が可能となるよう、仮設ホースの必要長さの変更を行った。

なお、資機材の保管場所は、津波の影響を受けない高台にするとともに、法面近傍から離れた場所となっている【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」8 頁】。

(イ) 仮設ポンプ及びホースの配備に伴う手順書の策定・訓練

a 手順書の作成

仮設ポンプによる冷却水送水を行うための手順を、平成 23 年 4

月 8 日までに策定するとともに、関係規定類の改正を行った。

更に、仮設ポンプの仕様変更及び仮設ホースの必要長さの変更に伴う手順の改正を、平成 23 年 4 月 22 日までにを行った。

b 検証

手順の策定に当たっては、平成 23 年 4 月 1 日～6 日に実行性確認を行い、改善点の抽出及び手順への反映を行った。

更に、仮設ポンプの仕様変更及び仮設ホースの必要長さの変更に伴う実行性確認を、平成 23 年 4 月 22 日までにを行った。

c 訓練

平成 23 年 4 月 8 日までに制定した手順に係る訓練を、平成 23 年 4 月 12 日までに実施した。

また、今後も関係規定類に定める頻度に基づき、継続的に訓練を行う【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」8 頁，9 頁】。

オ 使用済燃料ピットへの注水

(ア) 仮設ポンプ及びホースの配備

使用済燃料ピットの冷却機能が停止し、冷却が必要となった場合、玄海 2 号機においては燃料取替用水タンク，燃料取替用水補助タンク及び 2 次系純水タンク等のタンク（玄海 3 号機においては、2 次系純水タンク）と使用済燃料ピットとの水頭差により、ポンプを用いることなく、使用済燃料ピットへ水の補給を行うことが可能である。

また、恒設のタンクによる補給ができない場合に備え、ろ過水貯蔵タンク等から使用済燃料ピットへ補給を行う仮設ポンプ及び仮設ホースを、平成 23 年 4 月 5 日までに配備した。

その後、平成 23 年 4 月 22 日までに、仮設ポンプの仕様変更を行うとともに、万一のがれき等の迂回を考慮しても余裕を持ってホース布設が可能となるよう、仮設ホースの必要長さの変更を行った。

なお、仮設ポンプ、仮設ホース等の資機材の保管場所は、津波の影響を受けない高台にするとともに、法面近傍から離れた場所となっている【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」9頁】。

(イ) 仮設ポンプ及びホースの配備に伴う手順書の策定・訓練

a 手順書の作成

仮設ポンプによる使用済燃料ピットへの水補給を行うための手順を、平成23年4月8日までに策定するとともに、関係規定類の改正を行った。

更に、仮設ポンプの仕様変更及び仮設ホースの必要長さの変更に伴う手順の改正を、平成23年4月22日までにを行った。

b 検証

手順の策定に当たっては、平成23年3月30日～4月7日に実行性確認を行い、改善点の抽出及び手順への反映を行った。

更に、仮設ポンプの仕様変更及び仮設ホースの必要長さの変更に伴う実行性確認を、平成23年4月22日までにを行った。

c 訓練

平成23年4月8日までに制定した手順に係る訓練を、平成23年4月12日までに実施した。

また、今後も関係規定類に定める頻度に基づき、継続的に訓練を行う【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」10頁】。

カ 安全上重要な機器を設置しているエリアの浸水防止措置

福島第一原子力発電所において、津波により海水ポンプ等の機能が喪失したことを踏まえ、非常用ディーゼル発電機、タービン動補助給水ポンプ、安全補機開閉器及び蓄電池設備等の蒸気発生器による除熱に必要な安全上重要な機器が設置されているエリアの建屋入口扉、搬入口の浸水防止措置を、平成23年4月12日までに実施した【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」10頁】。

キ 小括

上記のとおり、平成 23 年 4 月 12 日までに短期対策は全て完了した。

更に、仮設ポンプの仕様変更及び仮設ホースの必要長さの変更を平成 23 年 4 月 22 日までに実施した。

また、個別の訓練を組み合わせることで連携を確認するための訓練を平成 23 年 4 月 26 日に実施した。

短期対策を実施することにより、津波により 3 つの機能が喪失する状況にあっても、原子炉及び使用済燃料ピット内の使用済燃料から発生する崩壊熱を除去することができ、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止することが可能である【乙 12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」10 頁】。

緊急安全対策は以下の図のとおりである。

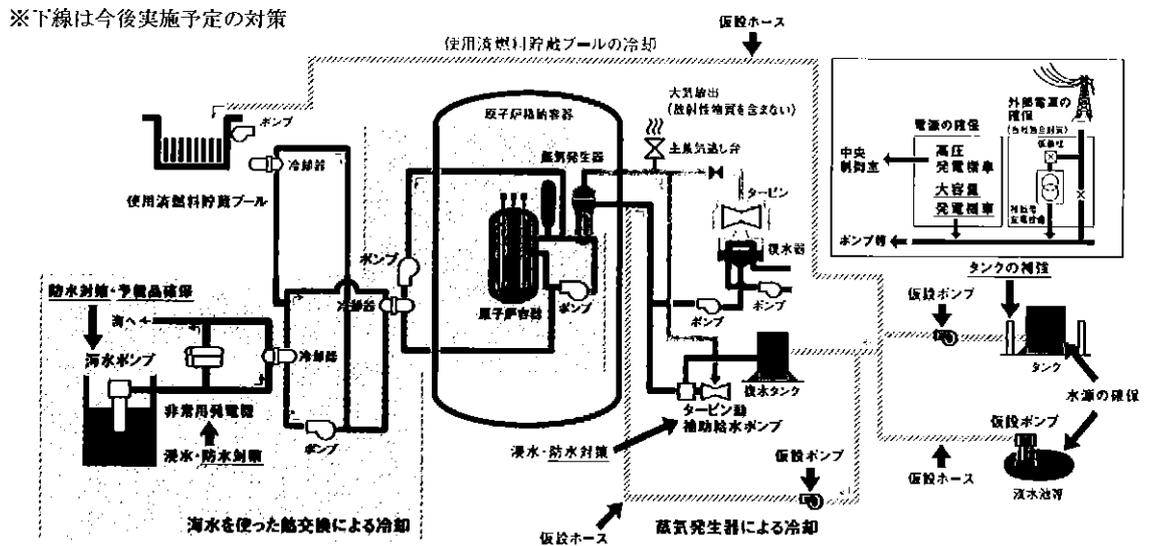


図 6 緊急安全対策の概念図

(2) 中長期対策の策定

緊急安全対策を実施することにより、津波により 3 つの機能が喪失する状況にあっても炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止することが可能であるが、更なる信頼性の向上を図ることとする。中長期的に、更

なる安全性向上対策として、新たに実施すべき対策及び充実すべき対策を以下のとおりとした。

ア 低温停止状態への移行のための対策

原子炉を低温停止状態まで冷却するために、蒸気発生器2次側へ直接給水できる仮設ポンプの追加配備及び手順書を作成する。

なお、本対策については対策を完了している【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」11頁】。

イ 移動式大容量発電機の配備

福島第一原子力発電所において、全交流電源が喪失したことを踏まえ、平成24年度初めまでに、非常用ディーゼル発電機の代替として移動式大容量発電機をプラント毎に配備する【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」11頁】。

ウ 海水ポンプ及びモータの予備品の確保

福島第一原子力発電所において、津波により海水ポンプの機能が喪失したことを踏まえ、予備品として、海水ポンプのモータを平成24年度初めまでに、海水ポンプを平成26年度初めまでに、1台／プラント確保する【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」11頁】。

エ 安全上重要な機器を設置しているエリアの浸水対策の強化

福島第一原子力発電所において、津波により海水ポンプ等の機能が喪失したことを踏まえ、海水ポンプエリア並びに非常用ディーゼル発電機、タービン動補助給水ポンプ及び安全補機開閉器等の安全上重要な機器が設置されているエリアの浸水対策の強化を、平成26年度初めまでに実施する。

また、海水ポンプエリアの浸水対策の強化を行うため、ポンプ軸受の無給水化による防護壁設置スペースの確保を図る。なお、軸受の無給水化による再起動の信頼性向上を図る【乙12「玄海原子力発電所

における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」11頁】。

オ 水源の信頼性向上対策

福島第一原子力発電所において、津波により海水ポンプ等の機能が喪失したことを踏まえ、補助給水系統及び使用済燃料ピットへの代替水源となる2次系純水タンク等の津波等に対する補強を、平成26年度初めまでに実施し信頼性の向上を図る【乙12「玄海原子力発電所における緊急安全対策について（実施状況報告書）（補正版）」11頁】。

第3 緊急安全対策に関する国の確認

債務者は、平成23年4月15日及び平成23年4月26日福島第一原子力発電所の事故を受け実施した緊急安全対策について、国に報告書を提出した。

また、この報告書及び立会い検査により国の確認を受け、債務者の緊急安全対策が適切に実施されていると判断された。

第4章 結語

以上述べたとおり、債権者らは「大事故が起こる具体的危険性」について全く主張しておらず、主張失当である。

また、玄海2号機及び3号機については、各増設時に十分な調査及び検討を行って、想定される地震・津波に対して安全機能が保持できるよう設計しており、耐震バックチェックにおいてもその安全性を確認した。

さらに、今般の福島第一原子力発電所における事故との関係でも、国の指示に基づき緊急安全対策を実施している。

以上より、債権者らが主張するような大事故が起こる危険性はなく、保全の必要性がないことは明らかであるから、本件申立については速やかに却下されるべきである。

以上