

平成23年4月7日

原子力安全・保安院

平成23年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所及び東海第二発電所の地震観測記録及び津波波高記録について

平成23年3月11日に発生した、東北地方太平洋沖地震時に女川原子力発電所及び東海第二発電所で観測された地震観測記録及び津波波高記録について、本日、東北電力株式会社及び日本原子力発電株式会社から報告書を受領した。その報告内容を踏まえ地震の揺れ等が設備に与えた影響及び津波に関する詳細な分析に関して検討するよう指示しましたので、お知らせします。

1. 平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（以下「今回の地震」という。）により、女川原子力発電所第1号機、第2号機及び第3号機並びに東海第二発電所の原子炉は、自動停止しました。
2. 女川原子力発電所の今回の地震の観測記録の応答スペクトルは、基準地震動 S_s の応答スペクトルを局所的に上回っていますが、今回の地震による原子炉建屋の地震応答解析の結果から、原子炉建屋の機能が維持されていることが確認されており、直ちに安全上問題となるものではないと考えています。
東海第二発電所の今回の地震の観測記録の応答スペクトルは、基準地震動 S_s の応答スペクトルを局所的に上回っていますが、耐震設計上重要な設備の固有周期が集中する周期帯を含むほとんどの周期帯で基準地震動 S_s の応答スペクトルを下回る解析結果が得られており、直ちに安全上問題となるものではないと考えています。
3. また、今回の地震に伴って発生した津波の遡上高等については、潮位計の観測範囲を超えたこと等により、詳しいデータの取得はできていませんが、重要な建物の設置レベルにまでは到達していません。
4. 原子力安全・保安院としては、これらの報告の内容を確認し、今回の地震の揺れ等が設備に与えた影響及び津波に関する詳細な分析に関して検討するよう、東北電力株式会社及び日本原子力発電株式会社に対し指示しました。

添付 1 : 女川原子力発電所における平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析および津波の調査結果に係わる報告書 (概要)

添付 2 : 東海第二発電所における平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析および津波の調査結果に係わる報告書 (概要)

添付 3 : 平成 23 年東北地方太平洋沖地震に対する女川原子力発電所における地震観測記録及び津波波高記録を踏まえた対応について (指示)

添付 4 : 平成 23 年東北地方太平洋沖地震に対する東海第二発電所における地震観測記録及び津波波高記録を踏まえた対応について (指示)

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院原子力発電安全審査課長 山田

担当者 : 小林、日南川

電 話 : 03-3501-1511 (内線 4861~7)

03-3501-6289 (直通)

女川原子力発電所における平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析および津波の調査結果に係わる報告書（概要）

女川原子力発電所で得られた地震観測記録の分析および津波の調査結果に係る報告書の概要は以下のとおり。

1. 女川原子力発電所で得られた地震観測記録

今回の東北地方太平洋沖地震は、我が国で発生した最大規模の地震であり、1号機、2号機および3号機原子炉建屋の各階で観測された最大加速度値は、耐震設計審査指針^{※1}の改訂を踏まえて策定した基準地震動 S_s ^{※2} に対する最大応答加速度値^{※3} を一部上回っているものの、ほぼ同等の大きさであった。（表1参照）

また、敷地地盤の地震観測記録の応答スペクトル^{※4}では、地震計より上部の地盤の影響を含んでいるが、基準地震動 S_s の応答スペクトルを一部上回るものの、ほぼ同等であった。今後、地震計より上部の地盤の影響を取り除くはざと解析を実施する。

一方、地震観測記録に基づき地震応答解析を実施し、1号機、2号機および3号機原子炉建屋の耐震壁の変形および各階毎の耐震壁に作用したせん断力を評価した結果、今回の地震によっても原子炉建屋の機能が維持されていることを確認した。

今後、各施設に対して地震の影響を考慮した詳細点検および既に実施済みの耐震裕度向上対策を踏まえた評価を実施する。

表1 今回の地震における観測記録と基準地震動 S_s に対する最大加速度値の比較^{※5}

観測位置		観測記録			基準地震動 S_s に対する		
		最大加速度値（ガル）			最大応答加速度値（ガル）		
		南北方向	東西方向	鉛直方向	南北方向	東西方向	鉛直方向
1号機	屋上	2000 ^{※6}	1636	1389	2202	2200	1388
	燃料取替床（5階）	1303	998	1183	1281	1443	1061
	1階	573	574	510	660	717	527
	基礎版上	540	587	439	532	529	451
2号機	屋上	1755	1617	1093	3023	2634	1091
	燃料取替床（3階）	1270	830	743	1220	1110	968
	1階	605	569	330	724	658	768
	基礎版上	607	461	389	594	572	490
3号機	屋上	1868	1578	1004	2258	2342	1064
	燃料取替床（3階）	956	917	888	1201	1200	938
	1階	657	692	547	792	872	777
	基礎版上	573	458	321	512	497	476

（ 参考 スクラム設定値 ・1号機：水平200ガル（地下2階床）、鉛直100ガル（1階床）
 ・2号機：水平200ガル（地下3階床）、鉛直100ガル（地下3階床）
 ・3号機：水平200ガル（地下3階床）、鉛直100ガル（地下3階床） ）

2. 女川原子力発電所における津波の高さ

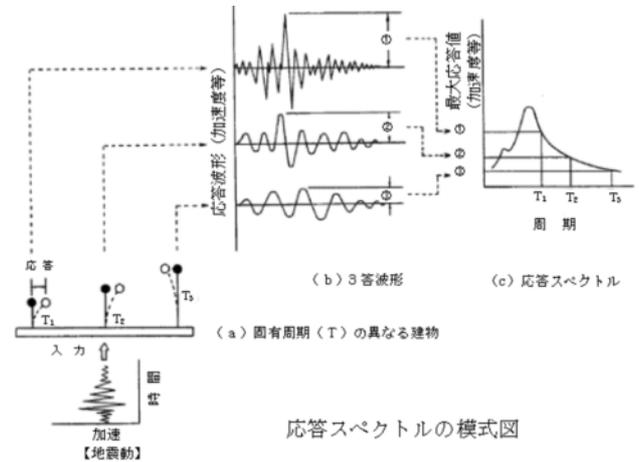
女川原子力発電所の潮位計で観測された津波の高さは、O. P. +約1.3m^{*7}であり、敷地高さ（O. P. +約13.8m^{*7}）を超えていないことを確認した。なお、敷地海側の一部に海水の浸入痕があったが、主要な建屋には到達していない。

今後、発電所周辺の痕跡調査および敷地内の測量等を実施し、地殻変動の影響等を評価するとともに、発電所の信頼性を一層向上させるための津波対策に取り組んでいく。

以上

- ※1 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針とは、発電用軽水型原子炉の設置許可申請に係る安全審査のうち、耐震設計方針の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として国が定めたもの。地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進捗を反映し、平成18年9月に改訂が行われた。
- ※2 女川原子力発電所における基準地震動S_s-D（最大加速度：580ガル）。
- ※3 基準地震動S_sに基づく地震応答解析によって算定される最大加速度値。

- ※4 応答スペクトルとは、地震動が設備にどのような揺れ（応答）を生じさせるかをグラフに示したものであり、横軸に設備の固有周期、縦軸に設備の揺れの最大値（応答の最大値）をとって、分かりやすいように描いたもの。
最大応答値は、一般に加速度で示され、上にあるほど大きく揺れることを示す。（加速度は重さと掛け合わせると力に換算されるので、同じ重さの設備であれば加速度が大きいほど大きな力が働くことになる。）
応答スペクトルにより、特定の固有周期を持つ設備が、個々の地震動に対して、最大でどの程度揺れるかを把握できる。



- ※5 水平方向および鉛直方向で複数の観測点がある場合は、それぞれ最大値を記載。
- ※6 当該地震計の最大設定値（2000ガル）を上回っているため参考値。
- ※7 O. P. とは、女川の基準面で、O. P. ±0mは、東京湾平均海面－0.74mである。津波の高さは、今回の地震後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動（一約1m：速報値）を考慮している。

添付資料1：女川原子力発電所における平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析結果の概要

添付資料2：女川原子力発電所における平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による津波の調査結果の概要

女川原子力発電所における平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析結果の概要

1. 地震観測記録の分析結果

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により取得された女川原子力発電所の原子炉建屋および敷地地盤における地震観測記録を分析した。

(1) 原子炉建屋における観測記録

原子炉建屋には、保安確認用地震計と建屋観測用地震計を設置している。建屋観測用地震計で得られた観測記録の最大加速度値は、基準地震動 S_s^{*1} による最大応答加速度値を一部上回っているものの、ほぼ同等となっていることを確認した(図-1)。

※1 女川原子力発電所における基準地震動 S_s -D (最大加速度: 580Gal)

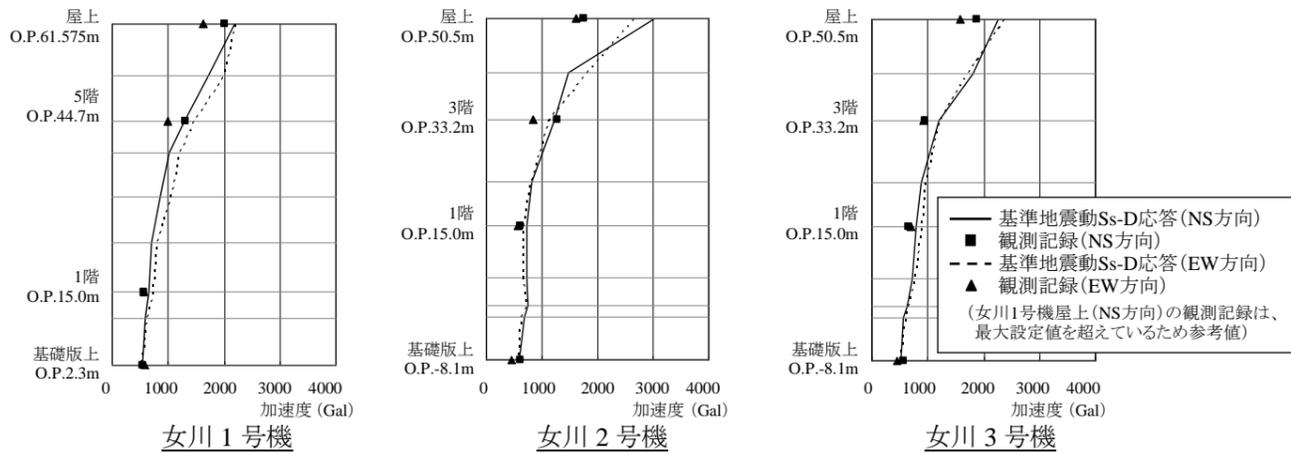


図-1 原子炉建屋の最大加速度分布

(2) 敷地地盤における観測記録

女川原子力発電所では、図-2 に示す位置で地盤の地震観測を行っている。解放基盤相当位置 (O.P.-8.6m) の観測記録は、一部の周期帯(周期 0.5 秒付近)において基準地震動 S_s を上回っているものの、ほぼ同等であることを確認した(図-3)。



図-2 敷地地盤の地震計設置位置図

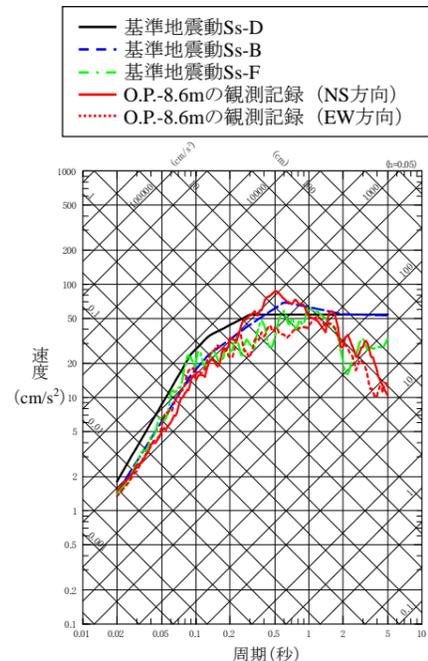


図-3 観測記録の応答スペクトル (岩盤中:解放基盤相当)

2. 基礎版上の観測記録を用いた地震応答解析結果

今回の地震による原子炉建屋耐震壁の変形(最大応答せん断ひずみ)や各階毎の耐震壁に作用したせん断力を概略評価するために、基礎版上の観測記録を用いた地震応答解析を実施した(図-4)。

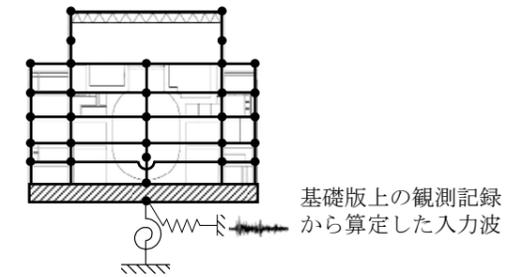


図-4 基礎版上の観測記録を用いた地震応答解析の概要

(1) 最大応答せん断ひずみの確認

地震応答解析の結果、最大応答せん断ひずみは評価基準値^{※3}以下であることを確認した(表-2)。

表-2 原子炉建屋耐震壁の最大応答せん断ひずみ

機組	方向	解析結果	評価基準値 ^{※3}	(参考) 基準地震動 S_s
		女川 1 号機		NS 方向
女川 1 号機	EW 方向	0.35×10^{-3}	2.0×10^{-3}	0.56×10^{-3}
	NS 方向	0.49×10^{-3}		1.15×10^{-3}
女川 2 号機	EW 方向	0.28×10^{-3}		0.55×10^{-3}
	NS 方向	0.81×10^{-3}		0.99×10^{-3}
女川 3 号機	EW 方向	0.18×10^{-3}		0.41×10^{-3}

※3 評価基準値は、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601-2008)」に定められており、鉄筋コンクリート造耐震壁の終局せん断ひずみに 2 倍の安全率を持たせたもの。

(2) 各階毎の耐震壁に作用したせん断力の確認

地震応答解析の結果、各階毎の耐震壁に作用したせん断力は鉄筋の弾性範囲で負担できる各階毎のせん断力(弾性限耐力)を下回っていることを確認した(図-5)。

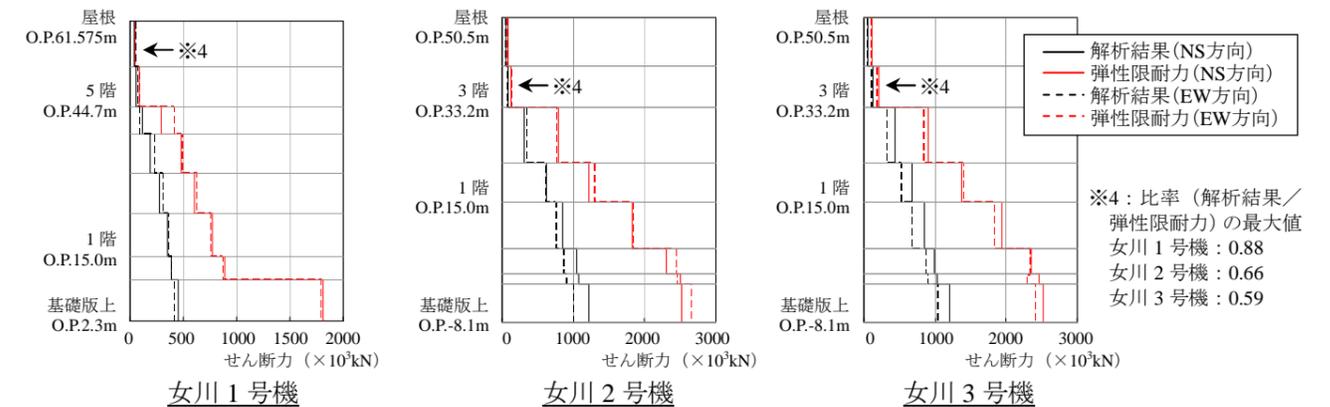


図-5 原子炉建屋の各階毎の耐震壁に作用したせん断力の確認

3. まとめと今後の対応

女川原子力発電所における今回の地震の観測記録を分析した結果、基準地震動 S_s を一部上回るものの、ほぼ同等であった。また、観測記録を用いた地震応答解析の結果、今回の地震によっても原子炉建屋の機能が維持されていることを確認した。

今後、敷地地盤の地震観測記録を基準地震動 S_s と同じ条件とするため、地震計の上部地盤の影響を取り除くはざり解析を実施するとともに、各施設に対して地震の影響を考慮した詳細点検および既の実施済の耐震裕度向上対策を踏まえた評価を実施していく。

以上

女川原子力発電所における平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖による津波の調査結果の概要

1. 津波の調査結果

(1) 潮位観測結果

潮位計で観測された津波の高さはO. P. +約13m^{※1}であった。(図-1)

2011年3月11日潮位記録 (女川)

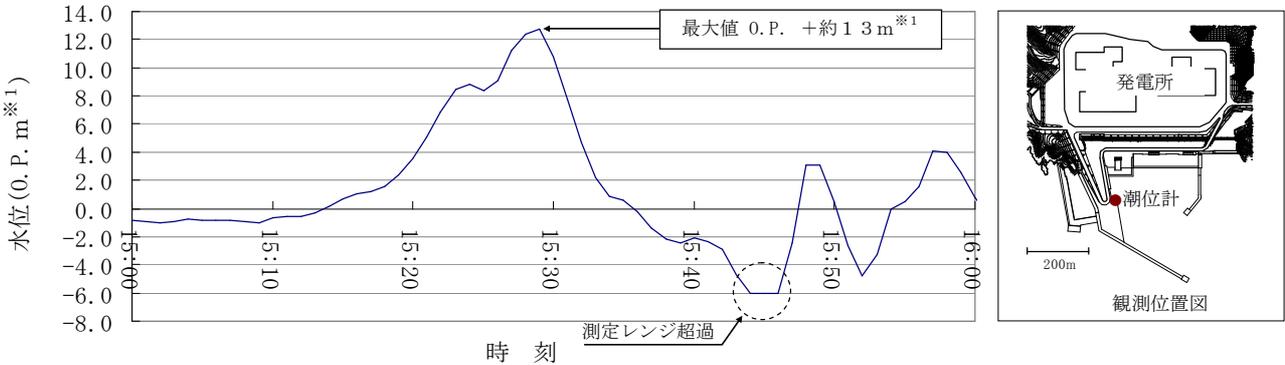


図-1 潮位計により観測された水位時刻歴

(2) 痕跡調査結果

痕跡調査の結果、敷地海側の一部に海水の浸入痕を確認した。(図-2)

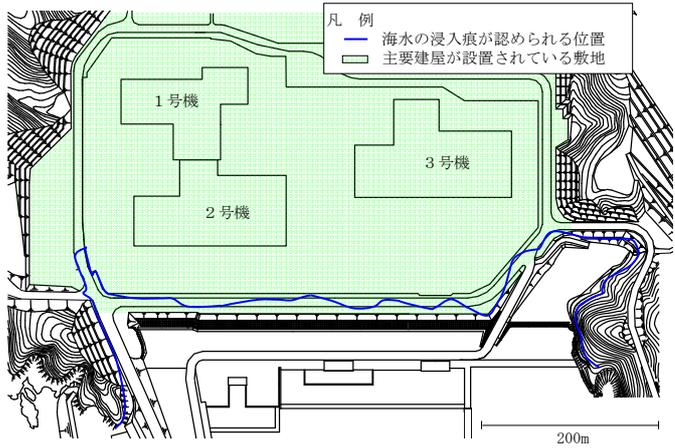


図-2 痕跡調査結果

2. まとめ

女川原子力発電所の潮位計で観測された津波の高さは、O. P. +約13m^{※1}であり、敷地高さ(O. P. +約13.8m^{※1})を超えていないことを確認した。なお、敷地海側の一部に海水の浸入痕が認められたが、主要な建屋には到達していない。(図-3)

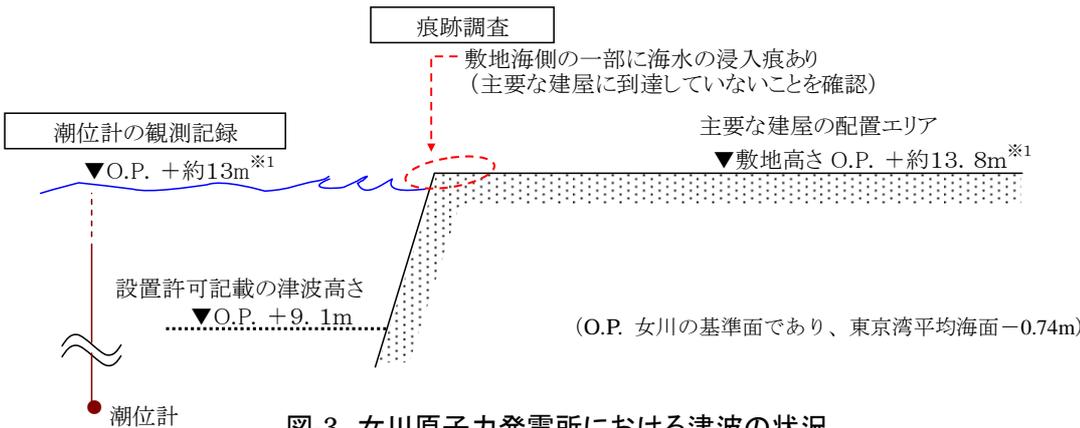


図-3 女川原子力発電所における津波の状況

3. 今後の対応

今後、発電所周辺の痕跡調査および敷地内の測量等を実施し、地殻変動の影響等を評価するとともに、発電所の信頼性を一層向上させるための津波対策に取り組んでいく。

なお、津波の影響による屋外重油タンクの倒壊および2号機補機冷却系熱交換器室への海水の浸入については、現在、詳細調査中であり、その結果については別途報告する。

以上

※1 今回の地震発生後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動(一約1m:速報値)を考慮した値。女川原子力発電所の原子炉設置許可申請書記載の敷地高さはO.P.+14.8mであるが、地殻変動を考慮してO.P.+約13.8mとした。

東海第二発電所における平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析および津波の調査結果に係わる報告書（概要）

東海第二発電所で得られた地震観測記録データとその分析に関する報告書ならびに津波の調査結果に係る報告書の概要は下記のとおり。

1. 東海第二発電所で得られた地震観測記録

東北地方太平洋沖地震の際に東海第二発電所の原子炉建屋で得られた地震観測記録を表1に示す。

表には建設時の弾性設計に用いた最大応答加速度値と平成18年に改訂された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に基づく耐震安全性の評価で算定した最大応答加速度値を併せて示す。今回の地震による観測記録の最大加速度値は、建設時及び基準地震動Ssに対する最大応答加速度値を下回っている。

なお、観測記録の応答スペクトルが、基準地震動 Ss の応答スペクトルを局所的に上回っているものの、耐震設計上重要な設備の固有周期が集中する周期帯を含むほとんどの周期帯で基準地震動 Ss の応答スペクトルを下回る解析結果が得られている。

今後、取得したデータについて、更に詳細な分析を進めていく予定である。

表1. 今回の地震における東海第二発電所の観測記録と

建設時の最大応答加速度値及び基準地震動 Ss に対する最大加速度値の比較

観測位置		地震観測データ			建設時の最大応答 加速度値 (ガル)		基準地震動 Ss に対する 最大応答加速度値 (ガル)		
		最大加速度値 (ガル)			南北 方向	東西 方向	南北 方向	東西 方向	上下 方向
		南北 方向	東西 方向	上下 方向					
原子炉 建屋	6階	492	481	358	932	951	799	789	575
	4階	301	361	259	612	612	658	672	528
	2階	225	306	212	559	559	544	546	478
	基礎版上 (地下2階)	214	225	189	520	520	393	400	456

参考 スケラム設定値

- ・水平 基礎版上端：250ガル、2階：300ガル
- ・上下 基礎版上端：120ガル

2. 東海第二発電所における津波溯上高

現場踏査による痕跡等の確認結果から、東海第二発電所における津波溯上高は、H.P. +6.3m（標高+5.4m）程度であったと推定される。

今後、水準測量等を実施し、発電所敷地内および敷地周辺の痕跡高、溯上高等について、詳細を把握する予定である。

添付資料1：東海第二発電所 地震観測記録による設備健全性評価結果の概要について

添付資料2：東海第二発電所 津波の調査結果について

東海第二発電所 地震観測記録に基づく設備の耐震安全性への影響検討の概要について

当社は、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、東海第二発電所で取得した地震観測記録に基づく設備の耐震安全性への影響検討の概要は下記のとおり。

原子炉建屋の最大加速度を下表に、原子炉建屋の加速度時刻歴波形（地下2階），最大加速度分布，床応答スペクトルを右図に示す。

1. 地震観測記録による設備の耐震安全性への影響検討

敷地内の地盤および建屋内の床において地震観測記録を取得している。この地震観測記録により耐震設計上重要な設備（耐震クラスがAs, A（新耐震指針上Sクラス）の設備）の耐震安全性への影響について検討を実施した。

検討方法については、耐震設計上重要な設備は工事計画認可時の設計用地震波（以下、「工認設計波※1」という）に対して弾性状態を確保する許容値を用いて設計していることから、地震観測記録と工認設計波による応答を比較することにより、設備が弾性状態を確保していたかどうかを概略検討した。

2. 耐震設計上重要な建物・構築物の検討

地震計が設置されている原子炉建屋の地震観測記録における最大加速度は、工認設計波及び基準地震動Ss-D※2による最大応答加速度を下回っていることを確認した。

3. 耐震設計上重要な機器・配管系の検討

原子炉建屋における地震観測記録の床応答スペクトルは、地下2階～6階において、一部の周期帯（約0.65秒～約0.9秒）で工認設計波による床応答スペクトル※3を上回っているが、耐震設計上重要な機器・配管系のうち主要な設備の固有周期では、地震観測記録が工認設計波による床応答スペクトル以下であることを確認した。

なお、基準地震動Ssは、耐震設計上重要な設備が弾性状態を超えても安全機能が維持されていることを確認するための地震動であり、上記の工認設計波に用いた許容値と異なるが、床応答スペクトルに参考として示す。

4. まとめ

耐震設計上重要な設備について、地震観測記録と工認設計波による応答を比較し、地震観測記録における最大加速度が工認設計波による最大応答加速度値を下回っていることを確認した。

原子炉建屋の地震観測記録の床応答スペクトルは、一部の周期帯において工認設計波による床応答スペクトルを上回っているが、主要な耐震設計上重要な機器・配管系の固有周期では下回っており、これらの機器・配管系は今回の地震時に弾性状態にあったと考えられる。

なお、原子炉建屋の地震観測記録の床応答スペクトルが一部の周期帯において工認設計波及び基準地震動Ss-Dによる床応答スペクトルを上回っていることや、地震観測装置を設置していない階もあることから、今後、地震観測記録を用いた解析により応答を算出し、工認設計波による応答と比較することも含めて耐震設計上重要な設備について評価を行うこととする。

※1：建設時は、エルセントロ波やタフト波を180ガルに標準化した地震波で設計

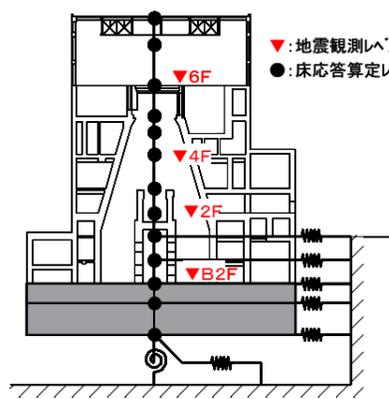
※2：新耐震指針の耐震バックチェックで策定

※3：工認設計波の地震応答解析により得られた床応答スペクトルを機器・配管系設計用として拡張

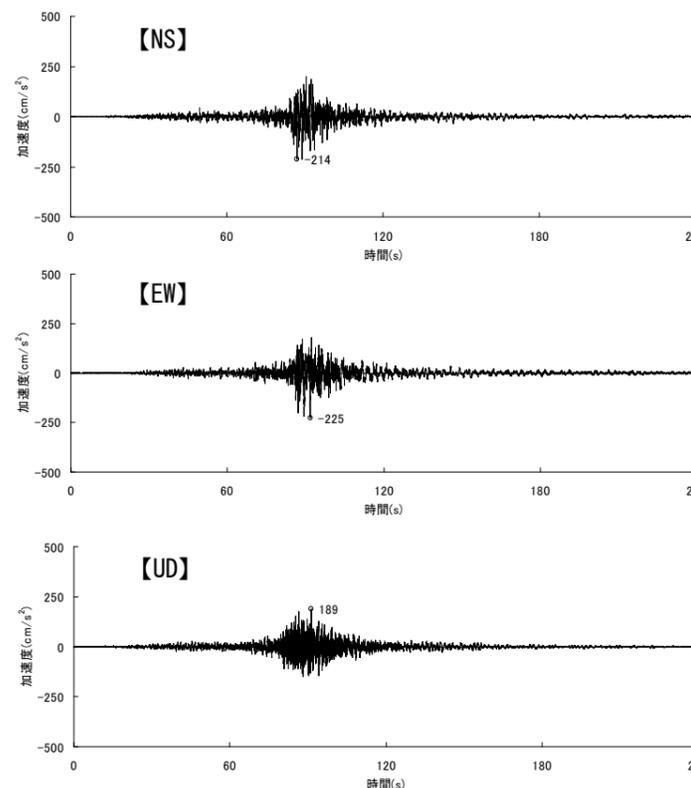
【原子炉建屋の最大加速度】

単位:ガル

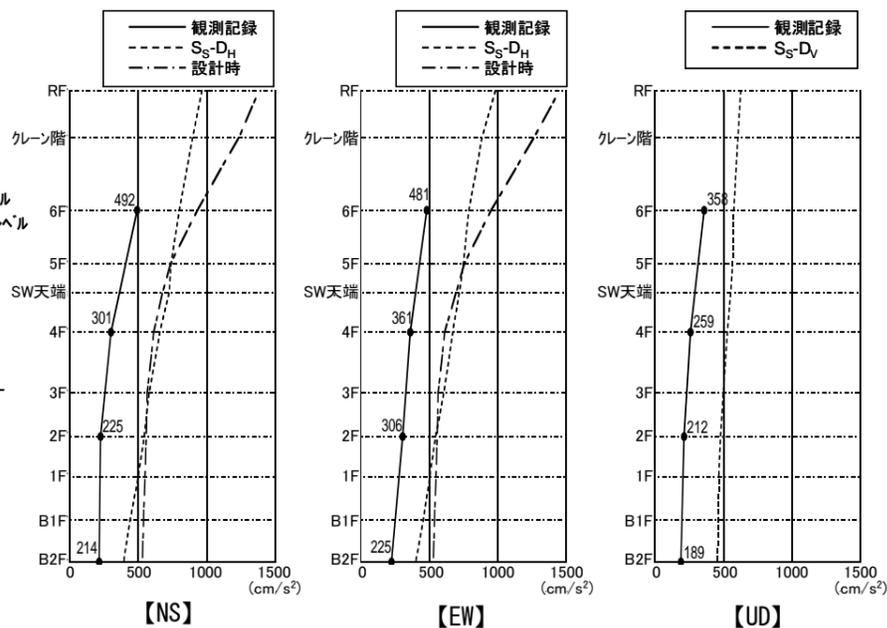
		地震観測記録			当初設計時		基準地震動Ss-D		
		NS	EW	UD	NS	EW	NS	EW	UD
R/B	6F	492	481	358	932	951	799	789	575
	4F	301	361	259	612	612	658	672	528
	2F	225	306	212	559	559	544	546	478
	B2F	214	225	189	520	520	393	400	456



【原子炉建屋の加速度時刻歴波形(地下2階)】

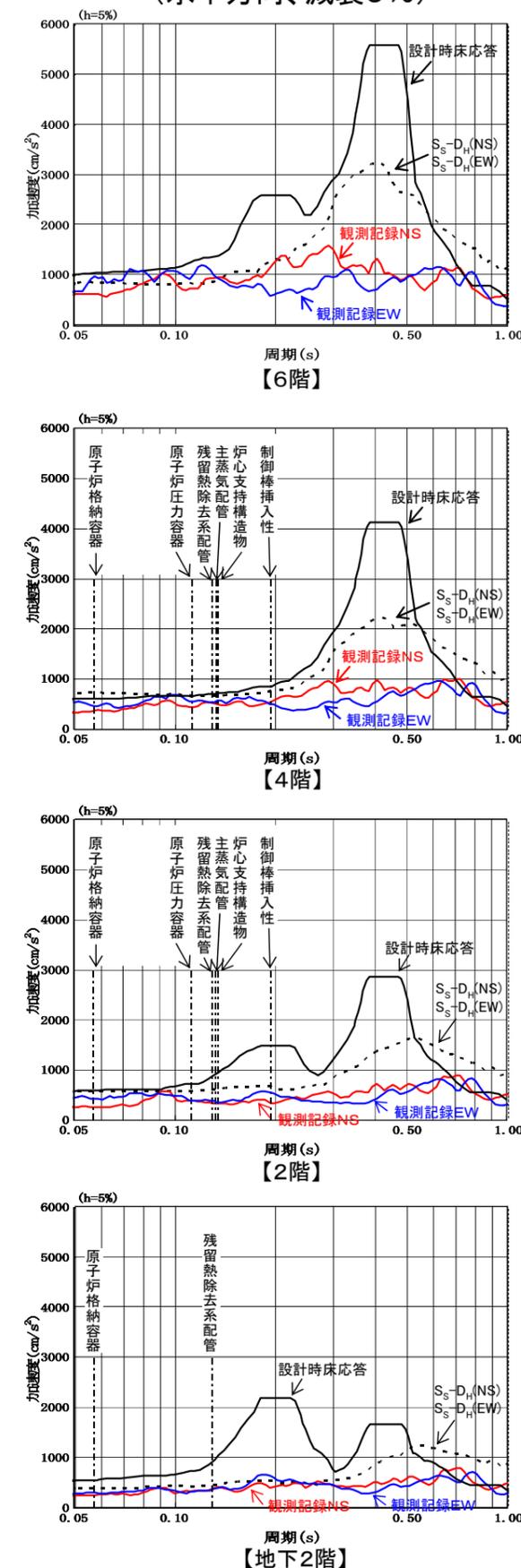


【原子炉建屋の最大加速度分布】



【原子炉建屋の床応答スペクトル】

(水平方向、減衰5%)



当社は、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震により発生した津波の遡上高についての概略調査結果等は下記のとおり。

1. 東海第二発電所敷地における津波遡上高

発電所敷地内の現場調査により確認した痕跡高及び痕跡が確認された範囲を下図に示す。

今回の津波来襲による発電所敷地内における津波の痕跡高はH.P. ※1+5.9m（標高+5.0m）～H.P. +6.3m（標高+5.4m）※2（暫定値）であり、遡上高はH.P. +6.3m（標高+5.4m）※程度（暫定値）であったと推定される。

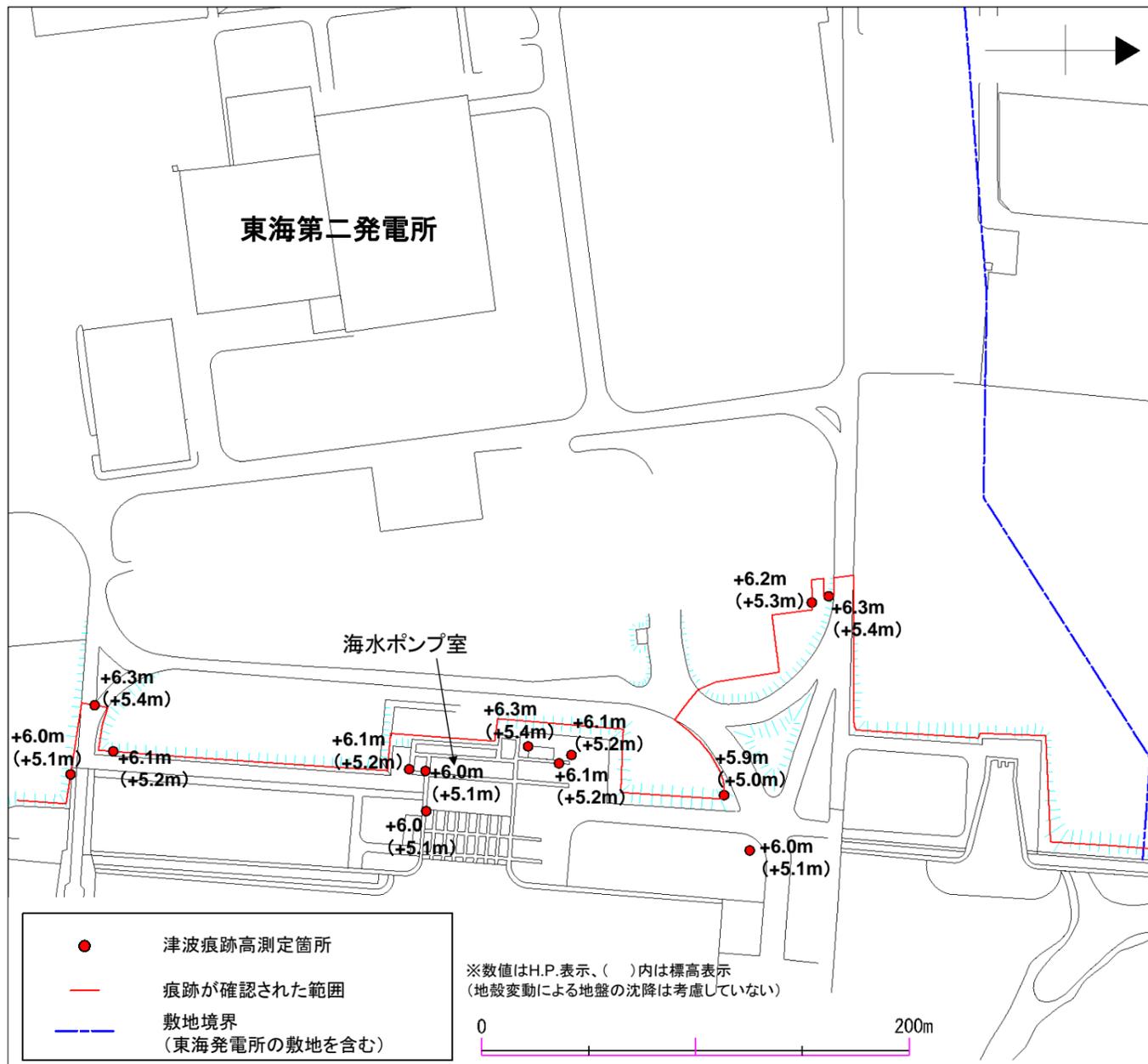
※1:H.P.±0.00mは日立港工事用基準面で東京湾平均海面(T.P.)+0.89mである。

※2:地殻変動による地盤の沈降は考慮していない。

【用語の定義】

- ・痕跡高：建屋や設備に残された津波の痕跡高さ。
- ・遡上高：海岸から内陸に津波が及んだ高さ。

【東海第二発電所敷地内の津波痕跡高及び痕跡が確認された範囲】



2. 東海第二発電所における津波の影響

東北地方太平洋沖地震により発生した津波により、海水ポンプ室内の北側非常用海水ポンプエリアに海水が浸水し、3台ある非常用ディーゼル発電機用海水ポンプのうち1台が自動停止した。

海水ポンプ室については、津波対策として側壁の嵩上げ工事（H.P. +5.80m（標高+4.91m）までであった側壁の外側にH.P. +7.00m（標高+6.11m）までの側壁を新たに設置）や、壁の貫通部（電気ケーブル等を通すための小さな穴）の封止（浸水を防ぐ）工事を実施してきており、側壁の嵩上げ工事は完了していたが、地震が発生した時点では壁の貫通部の封止工事については北側が完了していない状況であった。

今回発生した津波については遡上高がH.P. +6.3m（標高+5.4m）程度であり、H.P. +7.00m（標高+6.11m）の側壁は越えていないことから、北側ポンプ室に海水が浸水した原因は、封止工事が完了していなかった貫通部を海水が通ったことによるものと考えられる。

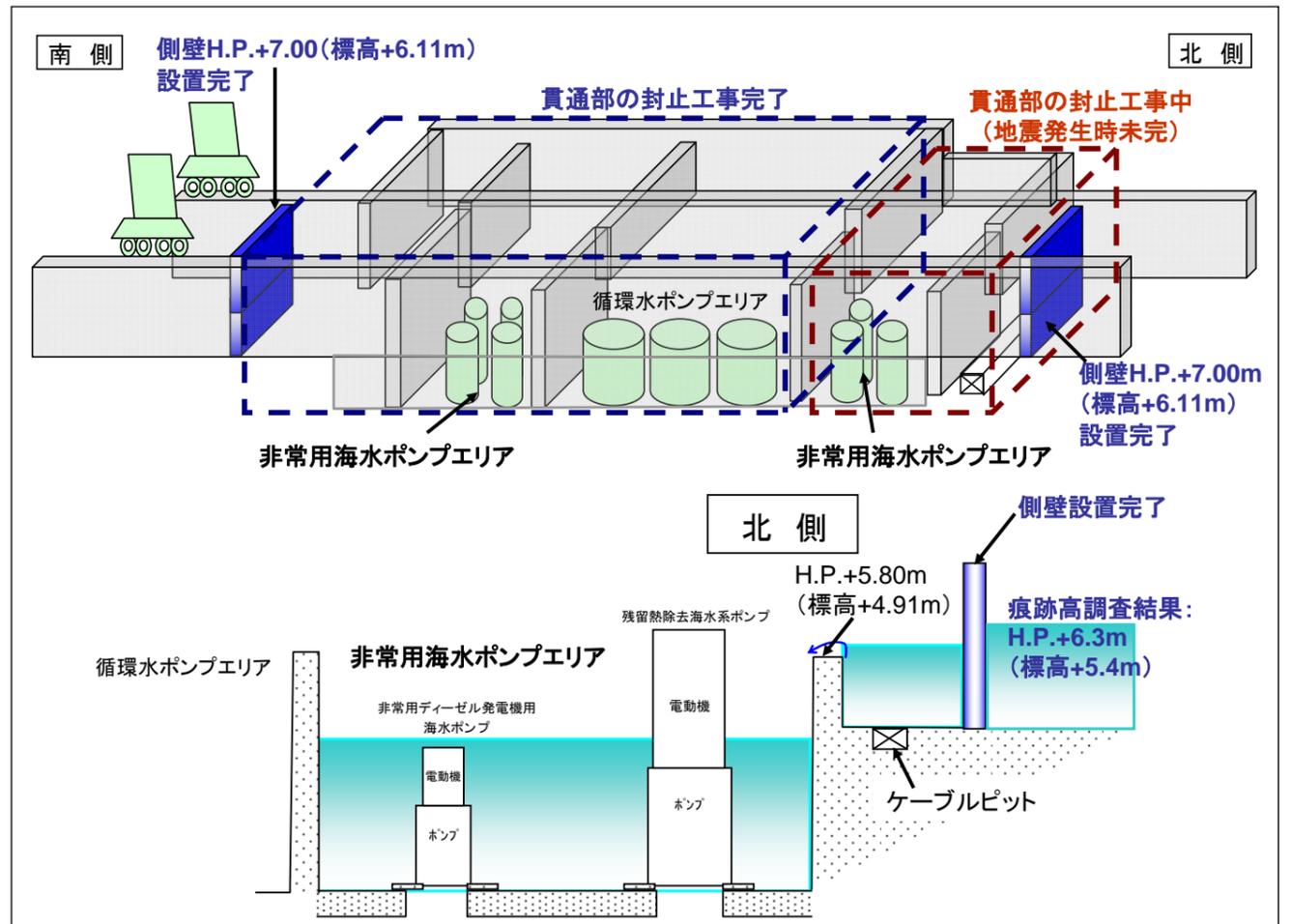
なお、主要建屋の設置レベルH.P. +8.89m（標高+8m）には津波は到達していない。

3. まとめ

平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した津波について、現場踏査により痕跡高等を確認した結果、遡上高はH.P. +6.3m（標高+5.4m）※程度と推定される。

今後、水準測量等を実施し、発電所敷地内及び敷地周辺の痕跡高や遡上高等について、詳細を把握する。

【東海第二発電所 海水ポンプ室概要図】



経済産業省

平成23・04・077原院第1号

平成23年4月7日

東北電力株式会社

取締役社長 海輪 誠 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 寺坂 信昭

N I S A - 1 5 1 d - 1 1 - 6

平成23年東北地方太平洋沖地震に対する女川原子力発電所における地震観測記録及び津波波高記録を踏まえた対応について（指示）

平成23年3月11日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震（以下「今回の地震」という。）により、貴社の女川原子力発電所の全号機において原子炉が自動停止しました。

本日、貴社より、今回の地震における女川原子力発電所の地震観測記録の分析及び津波の調査結果に係る報告を受け取りました。

当該報告によると、今回の地震による地中観測記録は、0.5秒付近において基準地震動 S_s を一部周期帯で上回っています。また、当該発電所の敷地内において貴社の想定を超える高さの津波が到達しています。

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）としては、今回の地震に係る貴社の上記分析及び調査結果を踏まえ、当該発電所の耐震設計上重要な設備を対象に、今回の地震による耐震安全性を確認しておくこと及び津波の再現計算等により津波の詳細な分析を行うことが必要と判断します。

このため、当院は、貴社に対して今回の地震による下記の事項について報告することを求めます。

記

1. 女川原子力発電所第1号機、第2号機及び第3号機の耐震設計上重要な設備が今回の地震の揺れにより受けた影響についての地震応答解析による詳細な評価結果
2. 今回の地震により発生した津波の再現計算等による女川原子力発電所に到達した津波の詳細な分析による評価結果

経済産業省

平成23・04・07原院第2号

平成23年4月7日

日本原子力発電株式会社
取締役社長 森本 浩志 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 寺坂 信昭

N I S A - 1 5 1 d - 1 1 - 7

平成23年東北地方太平洋沖地震に対する東海第二発電所における地震観測記録及び津波波高記録を踏まえた対応について（指示）

平成23年3月11日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震（以下「今回の地震」という。）により、貴社の東海第二発電所の原子炉が自動停止しました。

本日、貴社より、今回の地震における東海第二発電所の地震観測記録の分析及び津波の調査結果に係る報告を受けました。

当該報告によると、今回の地震による原子炉建屋の観測記録の一部周期帯で基準地震動S_sを上回っています。また、当該発電所の敷地内において、貴社の想定を超える高さの津波が到達しています。

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）としては、今回の地震に係る貴社の上記分析及び調査結果を踏まえ、当該発電所の耐震設計上重要な設備を対象に、今回の地震による耐震安全性を確認しておくこと及び津波の再現計算等により津波の詳細な分析を行うことが必要と判断します。

このため、当院は、貴社に対して今回の地震による下記の事項について報告することを求めます。

記

1. 東海第二発電所の耐震設計上重要な設備が今回の地震の揺れにより受けた影響についての地震応答解析による詳細な評価結果
2. 今回の地震により発生した津波の再現計算等による東海第二発電所に到達した津波の詳細な分析による評価結果