

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等に取得された地震観測記録の分析・評価および耐震安全上重要な設備の影響評価に係わる報告書（概要）

1. 耐震安全上重要な設備の影響評価

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震（以下、「3.11地震」という。）および平成23年4月7日の宮城県沖の地震（以下、「4.7地震」という。）の揺れにより受けた影響について、それぞれの地震観測記録に基づく原子炉建屋の解析結果（平成23年4月7日および4月25日報告）を踏まえ、女川1号機、2号機および3号機の原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」機能を有する耐震安全上重要な主要設備（図1参照）の地震時における機能を概略評価（構造強度評価※1および動的機能維持評価※2）した。

その結果、3.11地震および4.7地震による各設備の発生値は、機能維持の評価基準値を下回っていることを確認した（表1、表2参照）。

今後、保安規程(原子力発電工作物)等に基づき策定する保全計画に従い点検を適切に実施するとともに、主要設備以外の耐震安全上重要な設備を含め、3.11地震および4.7地震に対する設備の健全性を詳細に評価していく。

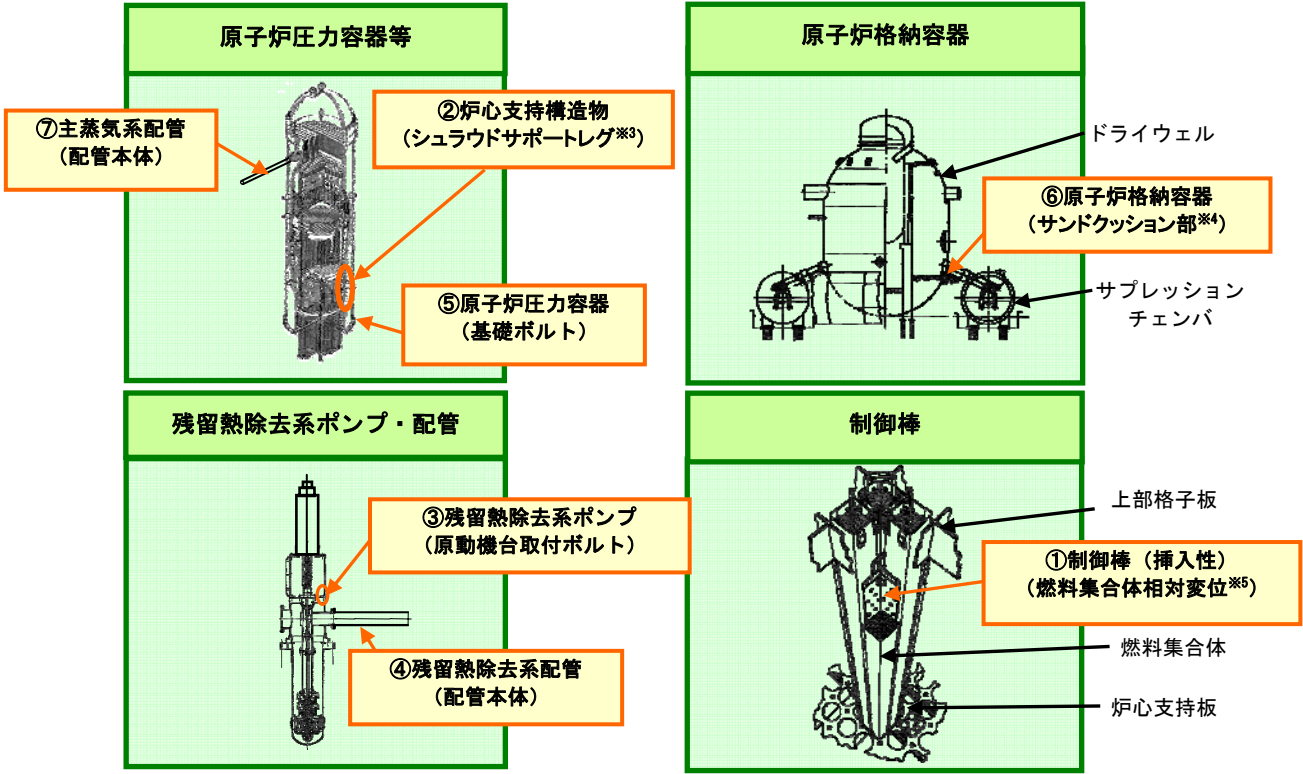
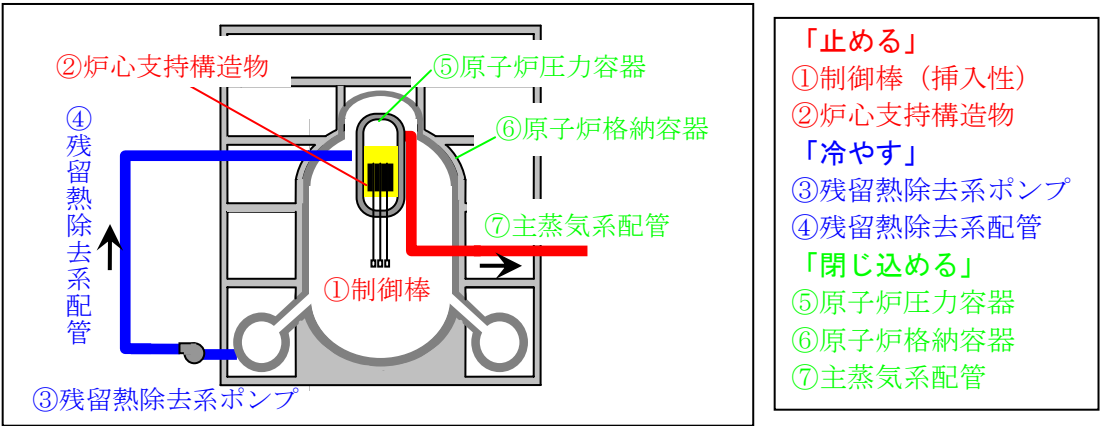


図1 耐震安全上重要な主要設備と評価対象箇所（女川3号機の例）

表1 構造強度評価結果

機能	評価設備 (評価対象箇所)		発生値(N/mm ²)		評価基準値 (N/mm ²)	判定
			3.11 地震	4.7 地震		
止める	炉心支持構造物 (シュラウドサポートレグ)	1号機	71	69	250	○
		2号機	85	111	209	○
		3号機	80	58	209	○
冷やす	残留熱除去系ポンプ (取付ボルト※6)	1号機	88	103	185	○
		2号機	22	21	444	○
		3号機	27	26	444	○
	残留熱除去系配管 (配管本体)	1号機	140	151	363	○
		2号機	114	157	366	○
		3号機	204	213	324	○
閉じ込める	原子炉圧力容器 (基礎ボルト)	1号機	62	71	222	○
		2号機	117	89	499	○
		3号機	72	73	499	○
	原子炉格納容器 (サンドクッション部)	1号機	120	129	255	○
		2号機	0.34※7	0.41※7	1※7	○
		3号機	0.33※7	0.31※7	1※7	○
	主蒸気系配管 (配管本体)	1号機	135	139	366	○
		2号機	157	207	375	○
		3号機	240	304	375	○

表2 動的機能維持評価結果

機能	評価設備 (評価対象箇所)		相対変位 (mm)		評価基準値 (mm)	備考
			3.11 地震	4.7 地震		
止める	制御棒 (挿入性) (燃料集合体相対変位)	1号機	20.5	17.5	40.0	・3.11 地震時：制御棒が全挿入したことを確認済 ・4.7 地震時：制御棒は全て挿入状態であることを確認済
		2号機	13.9	10.2	40.0	
		3号機	12.2	9.5	40.0	

※1 地震によって機器に力（応力）が加わった場合、材料強度が地震力等に耐えられるかを確認する
※2 地震時に動作が求められる機器（本評価では制御棒）について、地震力等が加わっている状態でも動作できることを確認する
※3 原子炉圧力容器内にある炉心（燃料等）を支持する構造物
※4 原子炉格納容器のドライウェルとサプレッションチェンバをつなぐ管の付根部
※5 燃料集合体の上下端と中央部の変位の差
※6 取付ボルトの詳細名称は、1号機が電動機取付ボルト、2号機、3号機が原動機台取付ボルト
※7 2号機、3号機の原子炉格納容器は座屈評価となるため、評価基準値を1とした場合の比率を示す

2. 基準地震動 Ss を一部上回った要因の分析

女川原子力発電所における 3.11 地震および 4.7 地震の岩盤上部の観測記録が、一部の周期帯で基準地震動 Ss を上回っていることから、その要因について分析した。具体的には、3.11 地震および 4.7 地震について、現在公表されている断層モデル（図 2、図 4 参照）を用いた女川でのシミュレーション解析^{※8}を行い、計算された波形が概ね観測記録を再現していることを確認（図 3、図 5 参照）した上で、基準地震動 Ss を策定するに当たって考慮した地震とのモデルの違い等について比較した。

その結果、3.11 地震は考慮した地震（連動型想定宮城県沖地震）に比べアスペリティ面積が大きいことが、また、4.7 地震は考慮した地震（想定敷地下方の海洋プレート内地震）に比べ断層の傾斜方向が敷地に向かう方向で、かつ断層の中心付近から敷地に向かって破壊したことが震源特性の違いとして認められた（図 2、図 4 参照）。

今後、地震動シミュレーション解析の更なる検討が必要なため、基準地震動 Ss を一部上回った要因の分析についても引続き詳細に検討する。

※8 3.11 地震については、釜江・川辺（2011）および入倉・倉橋（2011）の震源モデルを用い、4.7 地震については、原田・釜江（2011）の震源モデルを用いてシミュレーション解析を行った。

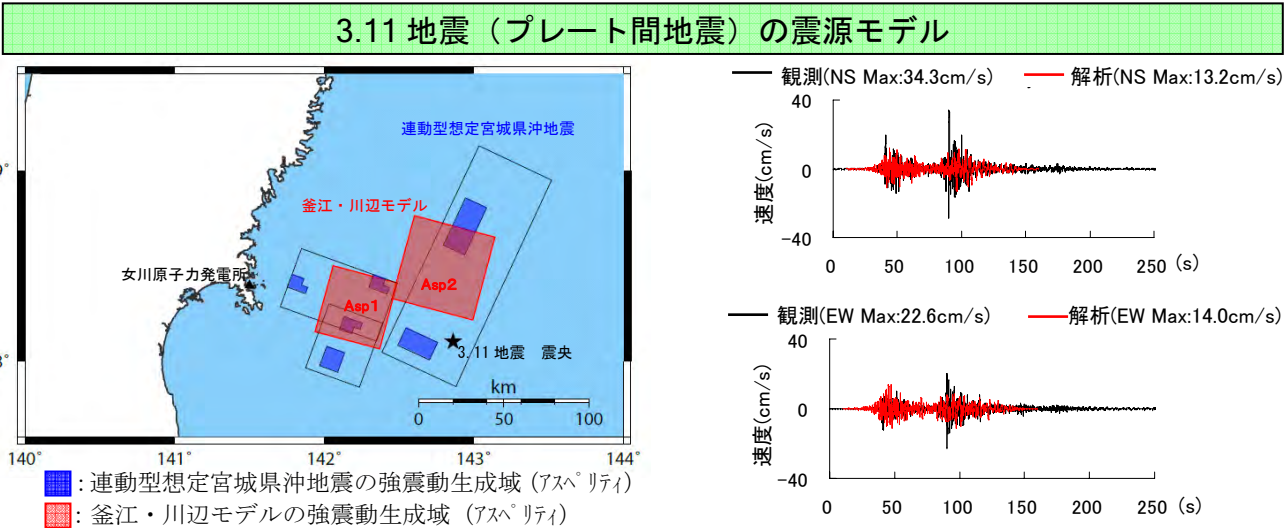


図 2 釜江・川辺モデルと連動型想定宮城県沖地震の震源モデルの比較

図 3 3.11 地震 敷地の観測記録とシミュレーション解析結果の比較例

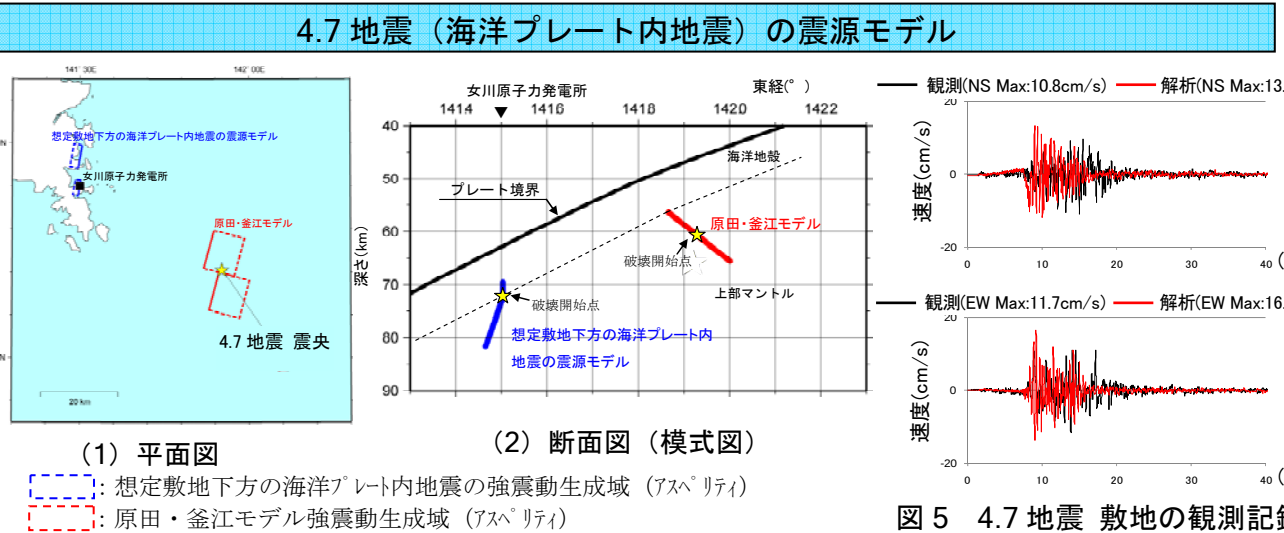


図 4 原田・釜江モデルと想定敷地下方の海洋プレート内地震の震源モデルの比較

3. 保安確認用地震計と建屋観測用地震計との観測記録の差異の分析

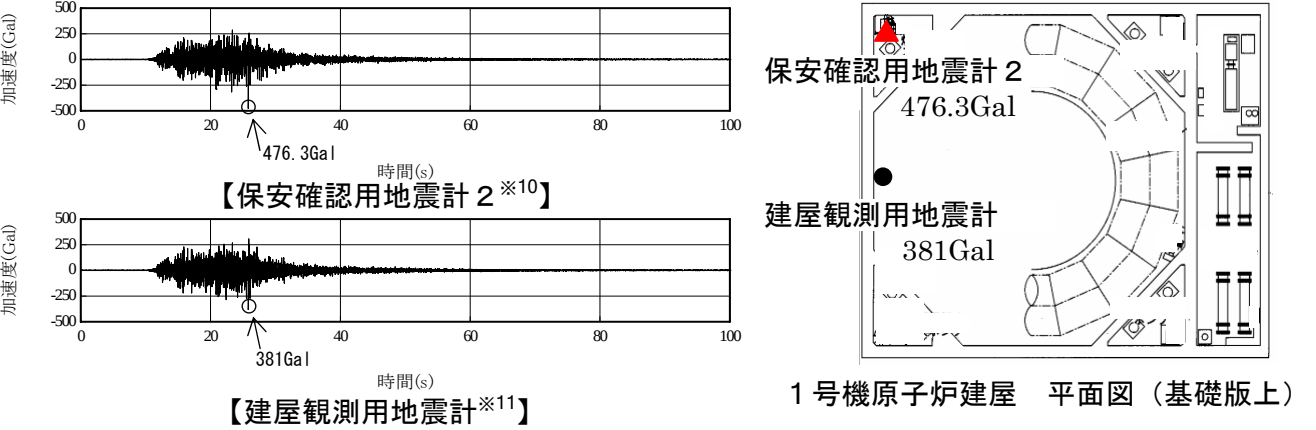
4.7 地震において、女川 1 号機原子炉建屋の基礎版上に設置している保安確認用地震計^{※9}で観測された鉛直方向の最大加速度値の 476.3Gal は、同じ階に設置されている建屋観測用地震計での鉛直方向の最大加速度値 381Gal と差異があることから、その要因の分析を行った。

まず、点検等により保安確認用地震計の健全性や建屋観測用地震計との主な仕様の違いがないことを確認した。次に、今回の地震の記録の周波数特性の分析や過去の地震の最大加速度値の分析から、以下について確認した。

- ①保安確認用地震計の最大加速度値はパルス的に発生し（図 6 参照）、保安確認用地震計の周波数特性は、最寄りの建屋観測用地震計の周波数特性と基本的には同じである（図 7 参照）。
- ②他の地震では必ずしも保安確認用地震計の最大加速度値が大きい傾向にはない（表 3 参照）。現状このようなパルスのような大きな加速度値の発生原因の特定は困難であるが、施設へ与える影響は小さいことも確認した。

なお、保安確認用地震計はこれまで最大加速度値のみを記録することとしていたが、今後の検討に資するためシステムを改良し、時刻歴データの蓄積を図ることとする。

※9 地震直後に最大加速度値を表示するもので、速やかな公表および点検等の際の目安に活用している。



※10 今回の検討のために、時刻歴データを回収したもの
※11 保安確認用地震計 2 の最寄りの建屋観測用地震計

図 6 1 号機原子炉建屋基礎版上観測点の鉛直方向の観測波形

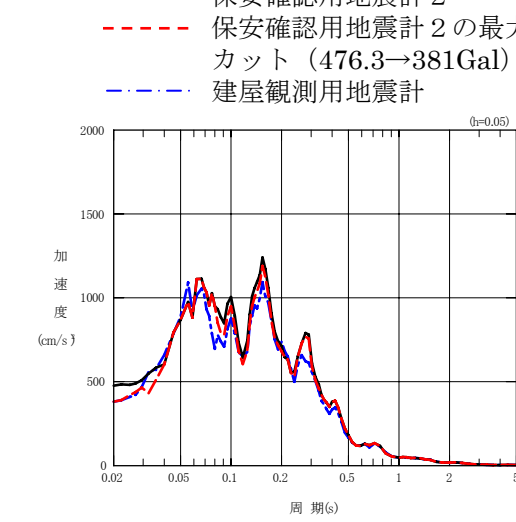


図 7 応答スペクトルの比較

表 3 各地震の最大加速度値と平均値との比較（鉛直方向）

地震	保安確認用地震計2 最大加速度値 (Gal)①	基礎版上の 平均値 (Gal)②	平均値との比 (①/②)
4.7地震	476	301	1.58
3.11地震	345	369	0.93
2005年8月16日 宮城県沖の地震	120	127	0.94
2003年5月26日 宮城県沖の地震	109	111	0.98

以上