

「志賀原子力発電所 1、2号機 耐震安全性評価報告書の再点検について（報告）」の提出について

平成23年12月8日
北陸電力株式会社

当社は、原子力安全・保安院からの指示文書に基づき、志賀原子力発電所 1、2号機の耐震安全性評価報告書の再点検を進めてまいりましたが、本日(12月8日)、その結果をとりまとめ、原子力安全・保安院に提出いたしました。

再点検の結果、報告書の入力データ等の一部に誤りがありましたが、これによる耐震安全性評価への影響はないことを確認しています。

8月22日、原子力安全・保安院から、耐震安全性評価を指示された原子力事業者に対して、当該評価に係る解析のために入力したデータ及び条件設定について、誤りの有無を調査し、耐震安全性評価報告書の再点検を実施するよう指示がありました。

(8月22日お知らせ済み)

当社は、この指示に基づき、志賀原子力発電所の建物・構築物に関する再点検を実施した結果、1号機及び2号機の原子炉建屋の地震応答解析の入力データに誤りがあること、また1号機の耐震安全性評価報告書に記載誤りがあることを確認しました。

(9月28日お知らせ済み)

引き続き再点検を実施し、1・2号機の再点検作業は全て完了しましたが、あらたに1号機の機器・配管系の地震応答解析及び津波評価の参考計算の一部において入力データに誤りがあること、また、評価結果を報告書に誤って転記した箇所があることを確認しました。

当社は、前回及び今回確認された入力データの誤りの箇所について、正しいデータを用いて再評価を実施し、施設の耐震安全性評価や津波評価自体に影響がないことを確認するとともに、誤りの発生に関する原因の分析を行い、再発防止対策を策定しました。

これらを踏まえ、1、2号機の耐震安全性評価報告書の再点検の結果について報告書としてとりまとめ、本日、原子力安全・保安院に提出しました。同報告書の妥当性については、同院において確認が行われる予定です。

以上

別紙 1 志賀原子力発電所 1、2号機 耐震安全性評価報告書の再点検について(概要)

別紙 2 志賀原子力発電所 1、2号機 耐震安全性評価報告書における入力データの誤り及び記載誤りの内容について

平成23年8月22日付け「耐震安全性評価報告書の再点検について（指示）」
(平成23・08・22原院第1号)

志賀原子力発電所 1, 2 号機 耐震安全性評価報告書の再点検について(概要)

1. 点検対象

当社は、平成 23 年 8 月 22 日に発出された経済産業省原子力安全・保安院指示文書「耐震安全性評価報告書の再点検について(指示)(平成 23・08・22 原院第 1 号)」に基づき、当社が提出している耐震安全性評価報告書^{1, 2}について、以下の評価・検討項目に係る解析を対象として点検を実施した。

表 - 1 点検対象と対象号機

点検対象	対象号機
	1号機 ¹ 及び2号機 ²
基準地震動 Ss の策定	
原子炉建屋基礎地盤の安定性評価	
安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価	
安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価	
屋外重要土木建造物の耐震安全性評価	3
地震随伴事象に対する考慮(周辺斜面の安定性評価)	
地震随伴事象に対する考慮(津波に対する安全性)	

1: 志賀原子力発電所 1 号機「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(平成 22 年 4 月)

2: 志賀原子力発電所 2 号機「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 中間報告書(平成 20 年 3 月)

3: 2 号機は中間報告であり未報告のため点検対象外

2. 点検方法

当社社員及び受注者により、耐震安全性評価に係る解析業務における入力データ及び条件設定について、入力根拠が明確になっていること、計算機プログラムへの入力が正確に実施されていることなどを確認した。

3. 再点検結果及び正しいデータを用いた再評価結果

安全上重要な建物・構築物及び機器・配管系の評価並びに地震随伴事象に対する考慮(津波に対する安全性)に係る解析において、入力データの一部に誤りがあること及び耐震安全性評価報告書の一部に記載誤りがあることを確認した[入力誤り数: 17 箇所、報告書記載誤り数: 10 箇所、合計: 27 箇所]。入力誤りについては、正しいデータを用いて評価した結果、いずれも、耐震安全性に影響がないことを確認した。

4. 原因と再発防止対策

(原因)

- ・受注者: a. 簡易な作業に対する入力根拠の確認手順や方法がチェック等々に明記されていなかった。
b. 入力根拠の原典に戻っての照合や算出過程の整理が実施されていなかった。
c. チェックの仕組みや意識が限定的でチェックが確実に行われなかった。
- ・当社: d. 受注者の作業プロセスまで踏み込んだ確認を実施していなかった。
e. 報告書作成時の確認手順や方法が明確でなかった。

(再発防止対策)

- ・受注者: チェック等による入力根拠の確認手順・方法の充実(原因 a.) [受注者規則等に反映済]
原典確認・妥当性検証の強化(原因 b.) [受注者規則等に反映済]
より確実なダブルチェックとなるよう手順・方法を充実(原因 c.) [受注者規則等に反映済]
今般の誤り事例等に係る品質保証教育の計画的実施(原因 a.b.c.) [実施済・継続]
- ・当社: 調達要求事項等の充実及び当社の関与の強化(原因 a.b.c.d.) [社内規則を改正済]
監査等による受注者における改善状況の計画的な確認(原因 a.b.c.d.) [今後実施]
社外提出報告書の作成に係る規則の制定(原因 e.) [社内規則を制定済]
今般の誤り事例等に係る品質保証教育の計画的実施(原因 a.b.c.d.e.) [実施済・継続]

当社及び受注者共に、今回策定した再発防止対策を確実に実施するとともに、対策の有効性を評価し、必要に応じた改善を継続していくことにより、今後同様の誤りが生じないように努めていく。

以上

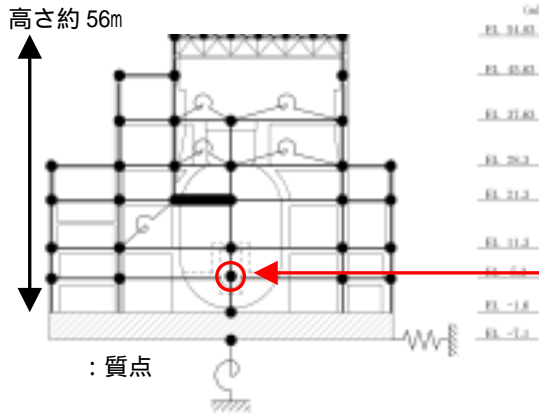
志賀原子力発電所 1, 2号機 耐震安全性評価報告書 における入力データの誤り及び記載誤りの内容について

平成 23 年 12 月 8 日
北陸電力株式会社

1. 建物・構築物の地震応答解析における入力データ誤りについて

1号機原子炉建屋解析モデルの誤り(1箇所) [9月28日お知らせ済み]

原子炉建屋の解析モデル(南北方向)のうち質点レベル(高さ)を、誤って入力。



電算機に 6.25 と誤った値を入力
(数値読み間違いにより高さを 1cm 低く入力)

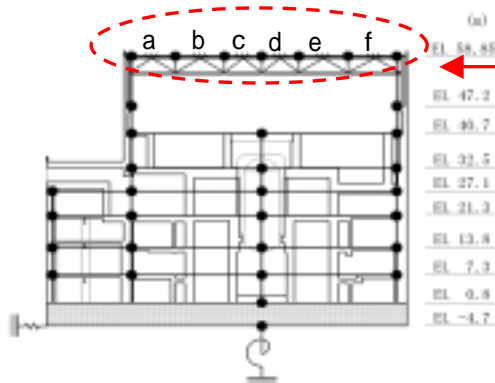
質点レベル		
	高さ EL(m)	部位
誤	6.25	地下 1 階シェル壁
正	6.26	

正しいデータを入力して地震応答解析を実施した結果、報告書記載値に比べ、建屋の応答加速度で最大 0.42%、機器・配管の評価で用いる床の応答スペクトルで最大 0.16%の増加となるが、これらは建屋等の裕度に比べ十分小さい。

以上のことから、耐震安全性に影響はない。

2号機原子炉建屋解析モデルの誤り(6箇所) [9月28日お知らせ済み]

原子炉建屋の解析モデル(南北方向)のうち屋根のばね定数を、誤って入力。



電算機に誤った値を入力
(入力値の単位換算に用いる係数 9.80665 を
9.90665 に間違い、約 1% 小さい値を入力)

		屋根のばね定数 [×10 ⁵ t/m]					
屋根		a	b	c	d	e	f
誤		1.186	0.977	1.383	1.383	0.977	0.870
正		1.198	0.987	1.397	1.397	0.987	0.879

正しいデータを入力して地震応答解析を実施した結果、報告書記載値に比べ、建屋の応答加速度で最大 0.46%、機器・配管の評価で用いる床の応答スペクトルで最大 1.26%の増加となるが、これらは建屋等の裕度に比べ十分小さい。

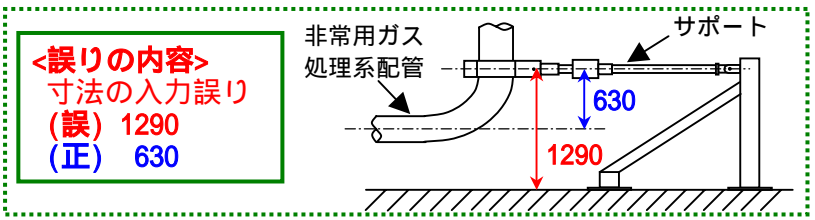
以上のことから、耐震安全性に影響はない。

2. 機器・配管系の地震応答解析における入力データ誤りについて

1号機配管サポート拘束位置の誤り(1箇所)

配管の耐震裕度向上工事で追設したサポート1箇所の拘束位置の寸法を間違えて解析モデルに入力。

正しく入力することで、修正前の代表弁及び代表サポートに生じる力が低減され、代表弁及び代表サポートが変更。



<誤りの内容>
寸法の入力誤り
(誤) 1290
(正) 630

報告書の評価結果(動的機能維持評価)

	対象弁	基準地震動	水平加速度 (G)		鉛直加速度 (G)	
			応答加速度	機能確認済加速度	応答加速度	機能確認済加速度
修正前	SGTS入口弁(B) (F001B)	Ss-2	2.4 1.6	6.0	2.4 1.3	6.0
		Ss-3	2.4 1.6	6.0	2.4 1.3	6.0
修正後	SGTSフィルタ装置出口弁(A) (F004A)	Ss-2	1.2	6.0	1.7	6.0
		Ss-3	1.2	6.0	1.8	6.0

報告書の評価結果(構造強度評価)

	評価部位	Ss-2		
		応力分類	発生値	評価基準値
修正前	サポート部材	埋込金物耐荷重組合せ応力	66 kN 90 N/mm ²	77 kN 254 N/mm ²
修正後		組合せ応力	113 N/mm ²	135 N/mm ²

応答加速度 < 機能確認済加速度 であり安全上問題なし

発生値 < 評価基準値 であり安全上問題なし

1号機非常用ディーゼル発電設備燃料ディタンク座屈計算係数誤り(1箇所)

非常用ディーゼル発電設備の燃料ディタンクの耐震計算のうち、座屈応力を評価する計算式に誤った係数を入力。

報告書の評価結果(燃料ディタンクの構造強度評価)

	評価対象設備	応力分類	Ss-2			評価基準値
			中間報告時の発生値	応答比	発生値	
修正前	燃料ディタンク	座屈	0.04	1.04	0.05	1
修正後		座屈	0.05	1.04	0.06	1

<誤りの内容>
計算式の係数の誤り
(誤) 0.371
(正) 0.731

発生値 < 評価基準値 であり安全上問題なし

1号機炉心支持板応力計算の誤り(1箇所)

炉心支持板の耐震計算のうち、曲げ応力を評価する計算式に誤った値を入力。

<誤りの内容>
計算式の入力値誤り
(誤) $1.196 \times 10^5 \text{ mm}^4$
(正) $1.196 \times 10^6 \text{ mm}^4$

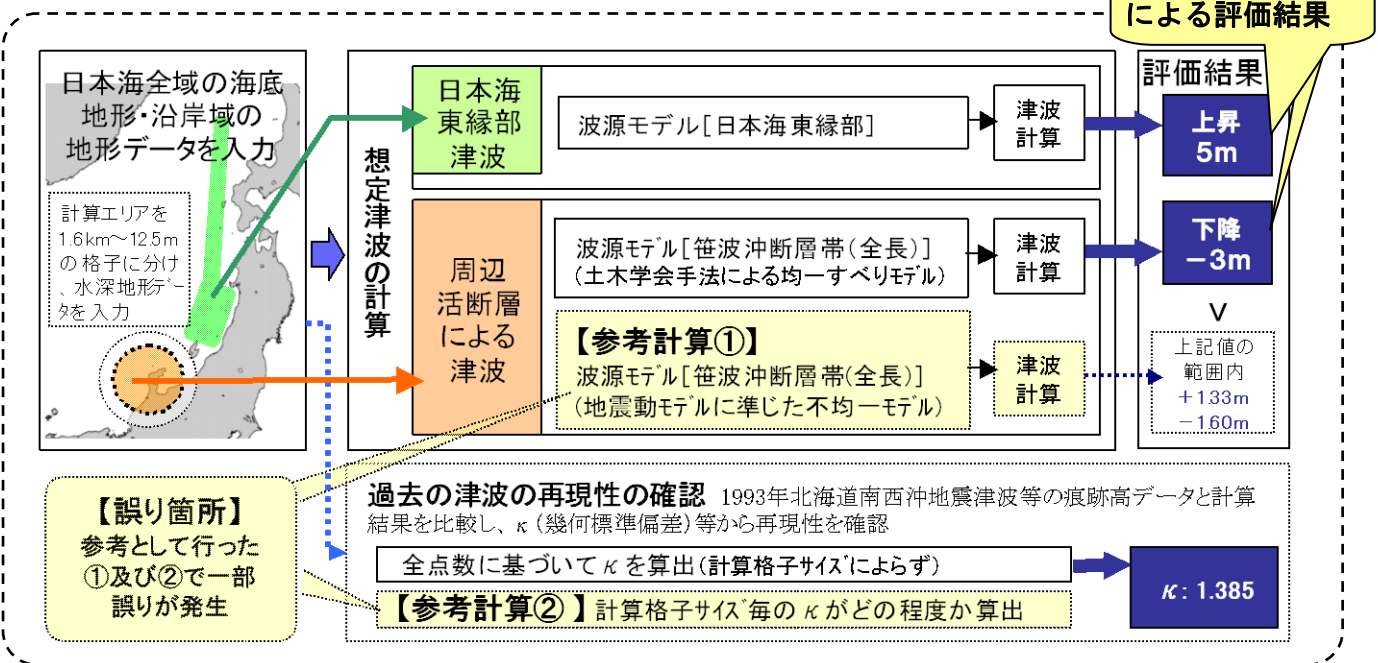
報告書の評価結果(炉心支持板の構造強度評価) (単位: N/mm²)

	評価対象設備	Ss-1	Ss-2		Ss-3			評価基準値	
		発生値	中間報告時の発生値	応答比	発生値	中間報告時の発生値	応答比		発生値
修正前	炉心支持板	122	125	1.03	129	121	1.07	130	205
修正後		89	104	1.03	108	83	1.07	89	343

発生値 < 評価基準値 であり安全上問題なし

3. 津波評価における参考計算での入力データ誤りについて

津波評価の枠組みと誤りの箇所



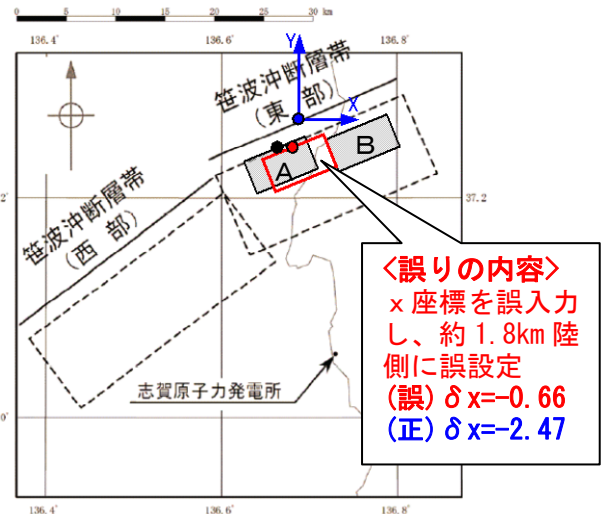
今回の入力データ誤りについては、津波評価に影響を及ぼすものではない。

【参考計算①】不均一性を考慮した断層モデルによる津波水位評価における入力データ誤り (1箇所)

- ・ 笹波沖断層帯 (東部) における局所的にすべり量が大きい箇所のうち西側部分 (左図 A) の座標を誤って入力 (正より右側 (陸側) へ約 1.8km ずれて設定)。
- ・ その結果、発電所での津波水位を正值より 1cm 程度小さい値で掲載。 [上昇: (修正前)+1.32m⇒(修正後)+1.33m、下降: (修正前)-1.61m⇒(修正後)-1.60m]

【参考計算②】における入力データ誤り (6箇所)

- ・ 既往津波の再現性確認において、全痕跡データを用いた κ 注を算出しているが、参考として計算格子サイズ毎の κ を追加算出した際に、計算式に誤った値を入力。



右の計算式を基に、表計算ソフトを使用し各格子サイズ毎に κ を計算する際に、n 値 (痕跡値のデータ数) を誤入力。

$$\log \kappa = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - (\log K)^2 \right\}^{1/2}$$

1993年北海道南西沖地震津波の場合

計算格子サイズ	修正前		修正後	
	データ数 n	幾何標準偏差 κ	データ数 n	幾何標準偏差 κ
400m	(誤) 153	1.169	(正) 28	1.353
200m	(誤) 153	1.292	(正) 110	1.352
100m以下	(誤) 153	1.125	(正) 15	1.449

1983年日本海中部地震津波に係る記載についても同様の誤りあり

注) κ (カッパ) : 誤差の大きさ (ばらつき) を表す指標 (幾何標準偏差)

○ 入力データ誤りの数 : 7箇所

4. 耐震安全性評価報告書における記載誤りについて

建物・構築物に関する記載誤り(5箇所) [9月28日お知らせ済み]

記載誤りは下表のとおりである。なお、解析自体は正しい数値で行っており、当該数値に係る解析結果には誤りがないことを確認。

No.	対象設備	諸元	入力データ (正しい値) [MKS 単位]	単位換算(正しい値) [MKS 単位 SI 単位]	正しい 記載値 [SI 単位]	報告書記載値 [SI 単位] [誤]
1	原子炉 建屋	回転 慣性 重量	161.6[×10 ⁴ t・m ²]	161.6×g=1584.75	1585	1578 [×10 ⁴ kN・m ²]
2			183.3[×10 ⁴ t・m ²]	183.3×g=1797.56	1798	1797 [×10 ⁴ kN・m ²]
3			563.8[×10 ⁴ t・m ²]	563.8×g=5528.99	5529	5528 [×10 ⁴ kN・m ²]
4	タービン建屋	ばね定数	241.0[×10 ⁴ t/m]	241.0×g=2363.40	2363	2371 [×10 ⁴ kN/m]
5	排気筒	ばね定数	7656000 [t/m]	7656000×g=75079712.4	75079712	75109132 [kN/m]

機器・配管系に関する記載誤り(4箇所)

受注者による評価結果報告書から「最も裕度の小さいもの」を選んで耐震安全性評価報告書に転記すべきところ、誤った数値を選んで転記。

a. 高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系配管の構造強度評価 (単位：N/mm²)

	評価対象設備	評価部位	Ss-2		
			応力分類	発生値	評価基準値
誤	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却水系配管	配管	一次応力	120	366
正		配管	一次応力	126	366

発生値 < 評価基準値 であり安全上問題なし

b. 原子炉補機冷却水系弁の動的機能維持評価

	弁名称	基準 地震動	加速度 確認部位	機能確認済加速度との比較			
				水平加速度(G)		鉛直加速度(G)	
				応答 加速度	機能確認 済加速度	応答 加速度	機能確認 済加速度
誤	RCW D/G 冷却水 出口弁(D) (F069D)	Ss-1	弁駆動部	3.7	6.0	2.1	6.0
正	RCW RHR 熱交換器 冷却水出口弁(B) (F052B)	Ss-1	弁駆動部	4.6	6.0	0.2	6.0

応答加速度 < 機能確認済加速度 であり安全上問題なし

津波に関する記載誤り(1箇所)

参考として記載した計算格子毎のK値のうち、400m格子のK値を誤って記載。

この値は津波評価に影響を与えるものではない

計算格子サイズ	K (誤)	K (正)
400m	1.125	1.255
200m	0.972	0.972
100m以下	0.930	0.930

注) K: 誤差の大きさ(平均的なずれ)を表す指標(幾何平均値)