

柏崎刈羽原子力発電所7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 中間報告書の概要

1. はじめに

平成18年9月20日付けで原子力安全・保安院より、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」(以下「新耐震指針」という。)に照らした耐震安全性の評価を実施するよう求める文書が出され、当社は、柏崎刈羽原子力発電所7号機の耐震安全性評価を行ってきました。

また、平成19年7月には新潟県中越沖地震があり、経済産業大臣より、新潟県中越沖地震から得られる知見を耐震安全性の評価に適切に反映し早期に評価を完了する旨の指示があるとともに、原子力安全・保安院より、平成19年12月27日および平成20年9月4日には、新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項の通知がありました。

これらを踏まえ、平成20年5月22日に基準地震動 S_s に関する報告書を(平成20年9月22日に補正)、平成20年10月22日に敷地周辺および敷地の地質および地質構造に関する報告書をそれぞれ国に提出しました(各報告書の概要は参考-1、2参照)。

上記報告書の提出を受け、本日(平成20年11月4日)、柏崎刈羽原子力発電所7号機における主要施設の評価結果など、これまで実施してきた耐震安全性評価に関する中間報告をとりまとめ、国に提出いたしました。中間報告の概要は以下のとおりです。

なお、地震随件事象(津波評価、基礎地盤及び周辺斜面の安定性)等については、現在解析・評価を行っているところであり、最終報告において結果を示す予定です。

【中間報告のポイント】

基準地震動 S_s により、原子炉建屋や安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの主要な設備等の耐震解析を実施し、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

なお、参考として、耐震強化用地震動による耐震性評価を実施し、評価基準値を満足していることを確認した結果を報告いたしました。

耐震強化用地震動：安全・安心の確保の観点から、耐震強化レベルとして、新潟県中越沖地震時の観測記録に基づき、原子炉建屋基礎版上で1,000ガルとなるよう設定した地震動。

2．新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ

耐震安全性評価の検討に先立ち、新耐震指針に照らした各種地質調査を実施し、この調査結果を用いて、新耐震指針に照らした基準地震動 S_s の策定を行い、建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価を順次実施しました。各種地質調査および新耐震指針に照らした基準地震動 S_s の策定の結果については、それぞれ平成 20 年 9 月 22 日および平成 20 年 10 月 22 日に国にご報告しました（それぞれの報告書の概要については参考 - 1、2 を参照）。

なお、新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れは、別紙 - 1 のとおりであり、新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項も踏まえ、評価を行います。

3. 施設等の耐震安全性評価

3.1 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価

柏崎刈羽原子力発電所7号機原子炉建屋の耐震安全性の評価にあたっては、建屋全体の健全性を確認する観点から、地震応答解析の結果による耐震壁のせん断ひずみを評価しました。

建物・構築物の耐震安全性の評価は、基準地震動 Ss を用いた地震応答解析（時刻歴応答解析法）によることとし、建物・構築物や地盤の特性を適切に表現できるモデル（図 3-1）を設定した上で実施しました。

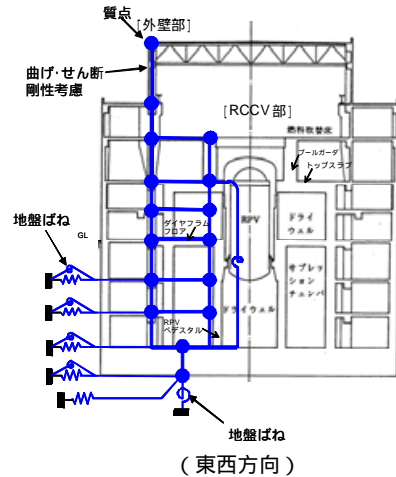


図 3-1 原子炉建屋（モデル図）

評価の結果、耐震壁の最大せん断ひずみは評価基準値 (2.0×10^{-3}) を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました（図 3-2、3、4、5 表 3-1、2）。

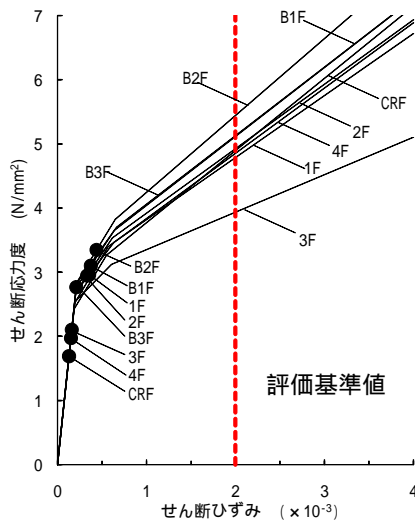


図 3-2 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 南北方向)

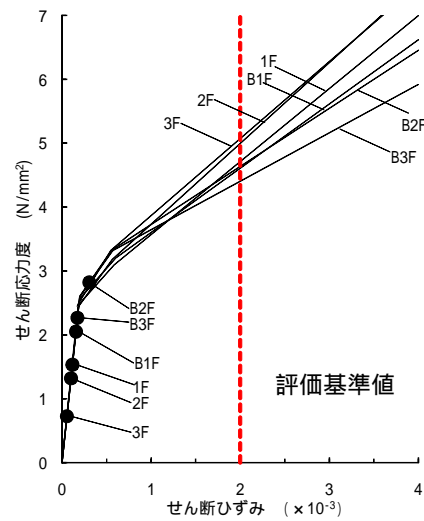


図 3-3 RCCV のせん断ひずみ (Ss-1 南北方向)

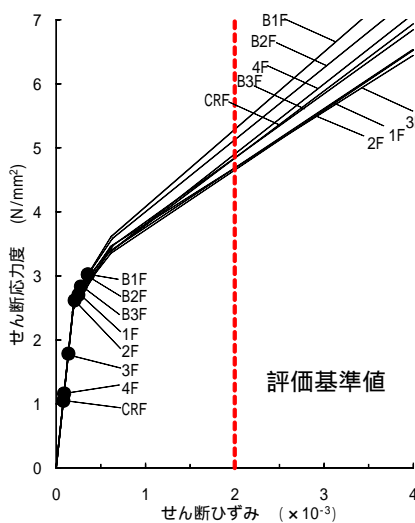


図 3-4 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-2 東西方向)

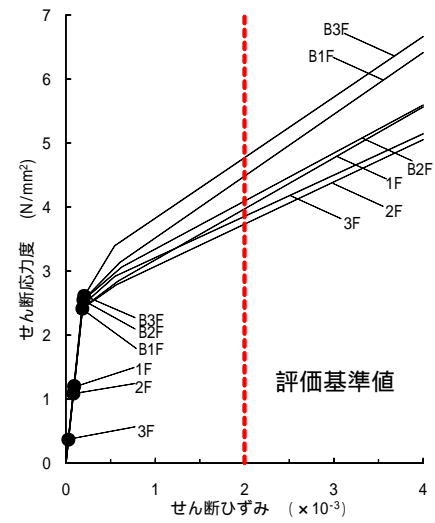


図 3-5 RCCV のせん断ひずみ (Ss-2 東西方向)

表3-1 耐震壁および原子炉格納容器（RCCV）のせん断ひずみ一覧（南北方向）

外壁							($\times 10^{-3}$)
階	Ss-1H	Ss-2H	Ss-3H	Ss-4H	Ss-5H	耐震強化用 地震動 ¹ (参考)	評価基準値
CRF	0.13	0.08	0.08	0.06	0.05	0.13	2.0以下
4F	0.15	0.10	0.10	0.07	0.06	0.15	
3F	0.16	0.09	0.09	0.06	0.05	0.13	
2F	0.33	0.16	0.17	0.11	0.10	0.21	
1F	0.36	0.17	0.18	0.12	0.11	0.23	
B1F	0.37	0.19	0.19	0.12	0.12	0.24	
B2F	0.44	0.20	0.21	0.12	0.13	0.29	
B3F	0.21	0.15	0.18	0.09	0.11	0.20	

RCCV							($\times 10^{-3}$)
階	Ss-1H	Ss-2H	Ss-3H	Ss-4H	Ss-5H	耐震強化用 地震動 ¹ (参考)	評価基準値
3F	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	2.0以下
2F	0.10	0.08	0.09	0.05	0.05	0.10	
1F	0.12	0.09	0.09	0.06	0.06	0.10	
B1F	0.16	0.11	0.12	0.07	0.07	0.12	
B2F	0.31	0.15	0.17	0.09	0.10	0.19	
B3F	0.17	0.14	0.16	0.08	0.10	0.17	

表3-2 耐震壁および原子炉格納容器（RCCV）のせん断ひずみ一覧（東西方向）

外壁							($\times 10^{-3}$)
階	Ss-1H	Ss-2H	Ss-3H	Ss-4H	Ss-5H	耐震強化用 地震動 ¹ (参考)	評価基準値
CRF	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.12	2.0以下
4F	0.11	0.09	0.07	0.06	0.07	0.13	
3F	0.14	0.14	0.08	0.07	0.08	0.17	
2F	0.19	0.21	0.12	0.10	0.12	0.26	
1F	0.21	0.25	0.14	0.11	0.14	0.32	
B1F	0.30	0.35	0.18	0.15	0.18	0.61	
B2F	0.28	0.35	0.18	0.17	0.18	0.86	
B3F	0.21	0.28	0.17	0.17	0.16	0.89	

RCCV							($\times 10^{-3}$)
階	Ss-1H	Ss-2H	Ss-3H	Ss-4H	Ss-5H	耐震強化用 地震動 ¹ (参考)	評価基準値
3F	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	2.0以下
2F	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.10	
1F	0.09	0.09	0.07	0.06	0.07	0.12	
B1F	0.16	0.18	0.12	0.11	0.12	0.38	
B2F	0.17	0.19	0.13	0.13	0.13	0.64	
B3F	0.18	0.20	0.15	0.15	0.14	0.78	

1 耐震強化用地震動とは安全・安心確保の観点から、耐震強化レベルとして、新潟県中越沖地震の観測記録に基づき、基礎版上で1,000Galとなるよう設定した地震動。

網掛け部は基準地震動 Ss による最大せん断ひずみ。

3.2 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

評価は、以下に示す柏崎刈羽原子力発電所7号機の原子炉を「止める」「冷やす」放射性物質を「閉じ込める」といった安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの主要な設備に対して実施しました。

炉心支持構造物	制御棒（挿入性）	残留熱除去ポンプ
残留熱除去系配管	原子炉圧力容器	主蒸気系配管
原子炉格納容器		

基準地震動 Ss による応答解析を行い、その結果求められた発生値を評価基準値と比較することによって構造強度評価、動的機能維持評価を行いました。

ここで評価基準値とは、構造強度評価の場合は材料毎に定められた許容応力等、動的機能維持評価の場合は試験で予め正常に作動することが確認された確認済相対変位等のことを言います。

評価の結果、発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました（表 3-3、4）。なお、基準地震動 Ss に対する耐震安全性評価が現時点で未完了の設備もあることから、基準地震動 Ss による応答値が評価基準値以内であることを類推するための参考として、耐震強化用地震動（原子炉建屋基礎版上で 1,000 ガルとなる条件）に対する評価結果を併記しています。

表 3-3 構造強度評価結果

区分	設備	評価部位	発生値（応力 MPa）		評価基準値（許容値）
			基準地震動 Ss ¹	耐震強化用地震動 ²	
止める	炉心支持構造物	シュラウド・サポート	- ³	63	260
冷やす	残留熱除去ポンプ	基礎ボルト	14	15	350
	残留熱除去系配管	配管	206	339	364
閉じ込める	原子炉圧力容器	基礎ボルト	- ³	254	499
	主蒸気系配管	配管	217	279	374
	原子炉格納容器	サブプレッションチェンバの出入口	24	29	164

- 1 発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3、4、5 によるもののうち最も厳しいものを記載。
- 2 原子炉建屋基礎版上で 1,000 ガルの揺れとなるように定めた地震動。参考値として記載。
- 3 最終報告までに確認。

表 3-4 動的機能維持評価結果

区分	設備	発生値 (相対変位 mm)		評価基準値 (許容値)
		基準地震動 Ss ⁴	耐震強化用 地震動 ⁵	
止める	制御棒 (挿入性)	15.9	32.9	40.0

4 発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3、4、5 によるもののうち最も厳しいものを記載

5 原子炉建屋基礎版上で 1,000 ガルの揺れとなるように定めた地震動。参考値として記載。

【別紙-1】耐震安全性評価の流れ（赤枠部：今回報告範囲）

