

# 柏崎刈羽原子力発電所 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 1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、ならびに原子力安全・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、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 Ss 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するとともに、同発電所 1号機の原子炉建屋や安全上重要な機能を有する耐震 S クラスの施設等について耐震安全性評価を実施しました。

このうち、原子炉建屋基礎地盤の安定性、屋外重要土木建造物の耐震安全性および地震随件事象について、耐震安全性に関する評価結果を中間報告書としてとりまとめ、平成 22 年 3 月 4 日に国に提出いたしました。

その後、建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価を引き続き実施してまいりましたが、耐震評価をすべて終了し、同発電所 1号機の耐震安全性に関する評価報告書としてとりまとめ、本日、国に提出いたしました。

### 【報告書のポイント】

安全上重要な機能を有する耐震 S クラスの施設等について、基準地震動による耐震評価を終了し、その耐震安全性が確保されていることを確認いたしました。

## 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、原子炉建屋基礎地盤の安定性評価、屋外重要土木構造物の耐震安全性評価および地震随件事象に対するの評価を実施しました。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。

なお、新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れおよび評価対象施設等は、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、評価を行いました。

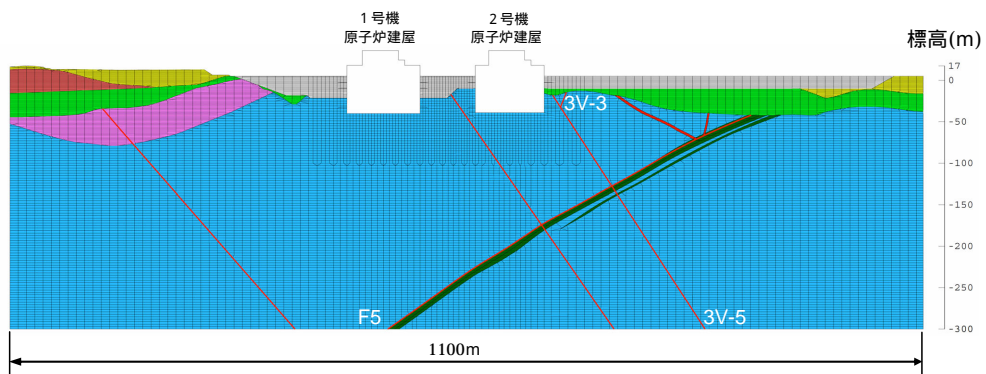
### 3. 原子炉建屋基礎地盤の安定性評価（平成 22 年 3 月 4 日お知らせ済み）

柏崎刈羽原子力発電所 1 号機の原子炉建屋基礎地盤について、安定性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動  $S_s$  による地震応答解析等を実施し、想定すべり線のすべり安全率を評価基準値と比較することなどによって、安定性の評価を行いました。

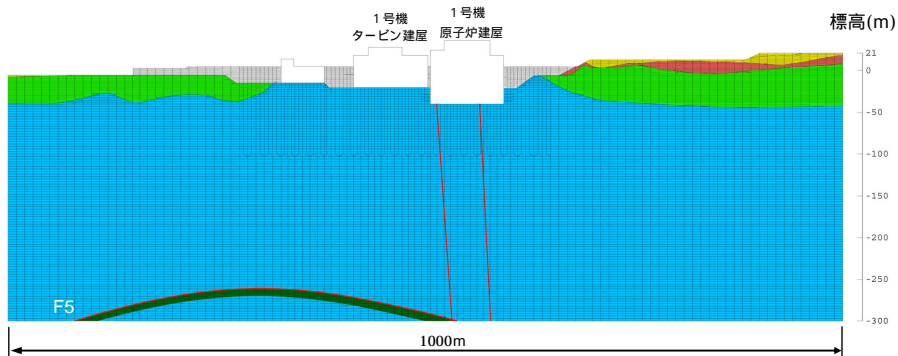
評価の結果、原子炉建屋基礎地盤のすべり安全率は、評価基準値を上回っており、安定性を有していることを確認しました。（表 3-1）

表 3-1 基礎地盤の安定性評価結果

	すべり安全率	評価基準値
原子炉建屋基礎地盤	1.9	1.5



汀線平行方向



汀線直交方向

解析モデル図

## 4. 施設等の耐震安全性評価

### 4.1 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 1号機建物・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を設定した上で実施しました。

原子炉建屋の評価にあたっては、建屋全体の耐震安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。

また、タービン建屋および海水機器建屋の評価にあたっては、耐震上重要な機器・配管が設置されている機能維持部位についての耐震安全性を確認する観点から、地震応答解析の結果による当該部位における耐震壁のせん断ひずみを評価しました。

排気筒の耐震安全性の評価にあたっては、地震応答解析の結果から発生応力を評価しました。

評価の結果、各建屋等の最大応答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 4-1）

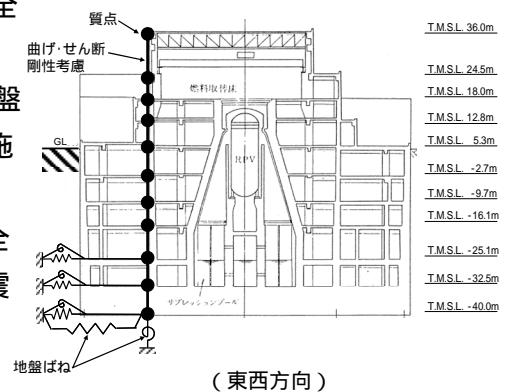


図 4-1 原子炉建屋（モデル図の例）

表 4-1 建物・構築物評価結果

対象施設	対象部位	最大応答値	評価基準値
原子炉建屋	耐震壁	$0.51 \times 10^{-3}$ (せん断ひずみ)	$2.0 \times 10^{-3}$
タービン建屋	耐震壁	$0.34 \times 10^{-3}$ (せん断ひずみ)	$2.0 \times 10^{-3}$
海水機器建屋	耐震壁	$0.17 \times 10^{-3}$ (せん断ひずみ)	$2.0 \times 10^{-3}$
排気筒	鉄塔 主柱材	221.6 (圧縮応力)	351 (N/mm <sup>2</sup> )
		29.5 (曲げ応力)	357 (N/mm <sup>2</sup> )

## 4.2 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

柏崎刈羽原子力発電所1号機の安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの設備について、耐震安全性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動 Ss による地震応答解析を行い、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、各設備の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 4-2 および-3 に、柏崎刈羽原子力発電所1号機の耐震Sクラス設備のうち、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」の安全上重要な機能を有する主要設備の評価結果例を示します。

表 4-2 構造強度評価結果

区分	設備	評価部位	単位	発生値 <sup>1</sup>	評価基準値(許容値)
止める	炉心支持構造物	シュラウドサポート	応力(MPa)	170	229
冷やす	残留熱除去系ポンプ	モータペデスタル取付ボルト	応力(MPa)	38	444
	残留熱除去系配管	配管	応力(MPa)	128	366
閉じ込める	原子炉圧力容器	基礎ボルト	応力(MPa)	63	499
	主蒸気系配管	配管	応力(MPa)	277	375
	原子炉格納容器	原子炉格納容器配管貫通部	応力(MPa)	33	221

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

表 4-3 動的機能維持評価結果

区分	設備	単位	発生値 <sup>1</sup>	評価基準値(許容値)
止める	制御棒(挿入性)	相対変位(mm)	29.6	40.0

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

#### 4.3 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価（平成 22 年 3 月 4 日お知らせ済み）

柏崎刈羽原子力発電所 1 号機の屋外重要土木構造物（非常用取水路、原子炉補機冷却系配管ダクト、非常用ガス処理系配管ダクト）について、耐震安全性評価を実施しました。評価にあたっては、基準地震動  $S_s$  による地震応答解析等を実施し、照査用応答値と評価基準値を比較することにより、耐震安全性を評価しました。

評価の結果、照査用応答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 4-4）

表 4-4 屋外重要土木構造物評価結果（せん断力）

設備	照査用応答値 (kN)	評価基準値 (kN)
非常用取水路	343	454
原子炉補機冷却系配管ダクト	371	568
非常用ガス処理系配管ダクト	263	339

### 5 . 地震随件事象に対する考慮（平成 22 年 3 月 4 日お知らせ済み）

#### 5.1 周辺斜面の安定性評価

柏崎刈羽原子力発電所 1 号機の耐震安全上重要な機器・配管系を内包する建物・構築物の周辺には、対象施設の安全機能に重大な影響を与えるおそれがある斜面がないことを確認しました。

#### 5.2 津波に対する安全性評価

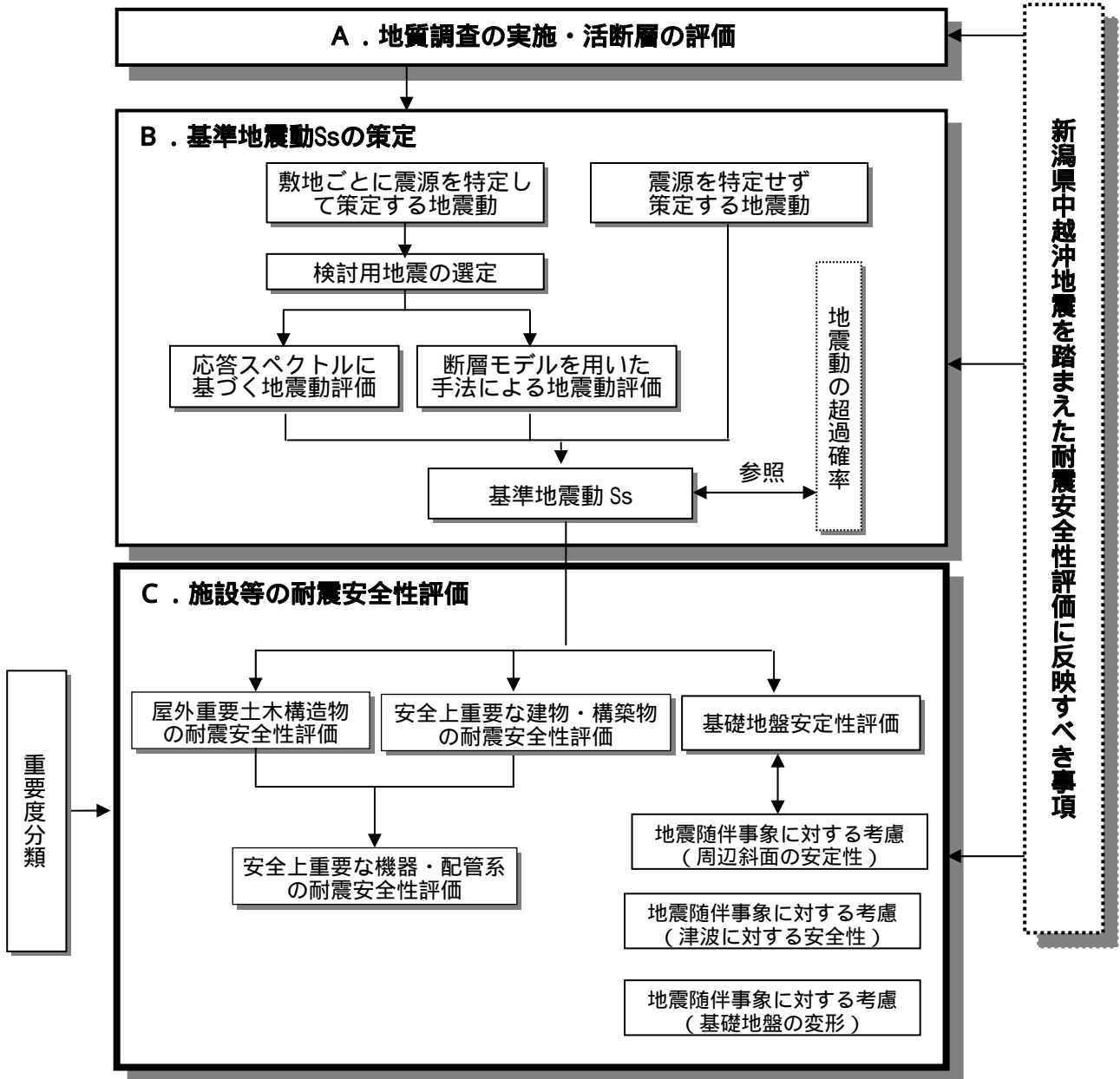
海域活断層、および日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を対象に数値シミュレーションを実施しました。その中で最も大きい津波を想定しても、原子炉建屋等の重要施設が設置されている敷地高さを上回ることがなく、原子炉施設の安全性に問題のないことを確認しました。また、津波により水位が低下した場合についても、原子炉補機冷却海水設備へ取水できることを確認しました。

#### 5.3 活断層の変位に伴う建屋基礎地盤の変形評価

耐震設計上考慮する活断層の活動に伴う地盤変動を想定した結果、安全上重要な建屋の傾斜は小さく、原子炉施設の安全性に問題のないことを確認しました。

以 上

耐震安全性評価の流れ



耐震安全性評価の評価対象施設等

施設等の分類	評価対象施設等の内訳
基礎地盤	原子炉建屋基礎地盤
建物・構築物	原子炉建屋、タービン建屋、海水機器建屋、排気筒
機器・配管系	原子炉本体、計測制御系統設備、原子炉冷却系統設備、原子炉格納施設、放射線管理設備、燃料設備、附帯設備
屋外重要土木構造物	原子炉冷却系統設備および非常用ガス処理系統設備に係る土木構造物
地震随件事象	津波、周辺斜面、基礎地盤変形