

3. 設備健全性に関わる点検・評価と結果

柏崎刈羽原子力発電所は、中越沖地震により設計時の想定を大幅に上回る地震動を観測したため、施設には想定外の大きな力がかかった可能性がある。このため、設備の健全性を確認する目的で、プラントの（建屋・構築物及び設備）の健全性点検・評価が実施された。プラント全体の健全性確認の流れは表-3.1 に示すとおりである。

東京電力は、地震後の保全活動については保安規定で定める「特別な保全計画」を策定して行ってきたが、このうち設備健全性の点検・評価は原子力安全・保安院の指示（平成19年11月9日「設備健全性に係る点検・評価計画について」）に基づき、予め「点検・評価計画書」を策定して行われた。最終的には建物・構築物、設備健全性及び耐震安全性の総合評価を行い、プラント全体の健全性が評価される。

東京電力は地震の影響が比較的少ない7・6号機から点検・評価を実施し、国（原子力安全・保安院）は立ち入り検査、専門家の意見聴取などを踏まえて国として東電の検討結果を評価する方法で確認が進められている。

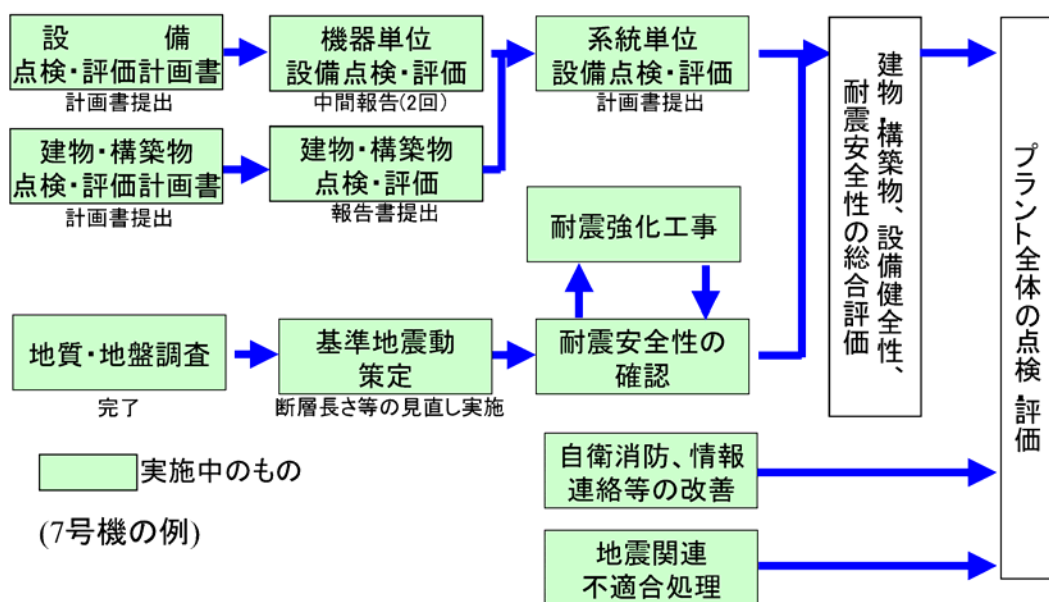


表-3.1 プラント全体の健全性確認の流れ

3. 1 設備健全性の点検・評価手法

点検・評価は機器レベルと系統レベルに分けて実施され、機器レベルでは設備点検、地震応答解析による評価及び両者の結果を踏まえた設備健全性の総合評価を行い、これを確認した後に次の段階である系統レベルの点検・評価に進む。系統はいくつかの機器、配管、電気系等で構成され、その点検・評価及び健全性は系統の機能試験によって総合評価されることになる。7号機の点検・評価の流れを図に示した(図-3.1.1)。

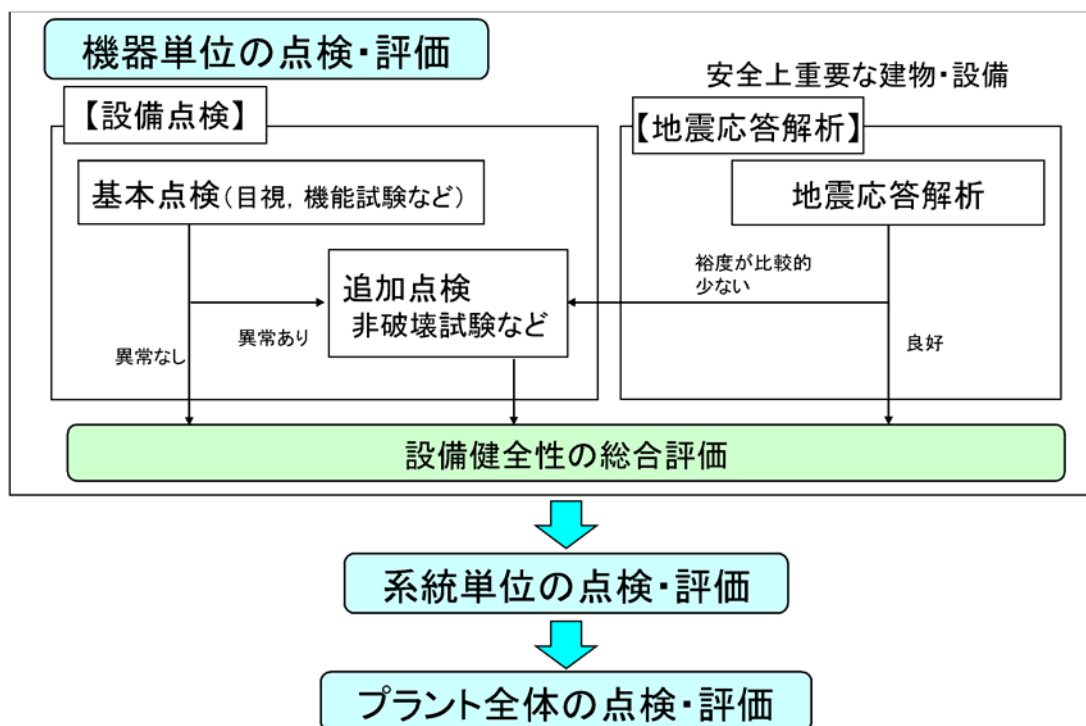


図-3.1.1 7号機における点検・評価の流れ(東電提供)

3. 2 機器レベルの健全性評価と結果 (設備点検と地震応答解析)

先行する7号機では、機器レベルの健全性評価が終了し、原子力安全・保安院の審議会で審査されている。以下 10月29日付 中越沖地震関連審議会 第7回調査対策委員会資料「新潟県中越沖地震を受けた柏崎刈羽原子力発電所に係る原子力安全・保安院の対応(中間報告)(案)」をもとに、7号機の点検・評価結果の概要を記載する。

3. 2. 1 機器レベルの点検・評価方法

機器レベルの設備点検は、各設備の特徴に応じて各設備が受けた地震による影響を確認するため、目視点検、作動試験等の基本点検、及び基本点検の結果や地震応答解析結果等によって必要な場合に実施する分解点検、非破壊試験等の追加点検からなる。対象は工事計画書に記載のある全ての設備と耐震上考慮する支持構造物等である。

地震応答解析は原子炉安全上重要な設備について行われ、本地震の観測波に基づく各設備の解析的評価を行い、評価基準値を満足するものであっても裕度が比較的少ないと評価された設備については追加点検を実施している(図-3.1.1)。

そして、設備点検および地震応答解析評価による両者の結果を踏まえ、個別設備(機器レベル)としての設備健全性の総合評価を行うことになる(図-3.1.1)。

3. 2. 2 機器レベルの設備点検結果

(1) 確認事項

機器の点検・評価にあたっては点検・評価計画書に基づき以下の点が確認された。

- ・点検対象約 1360 機器が抽出され、その機能に着目し、縦型ポンプや配管など、40 機種（支持構造物等を加えれば 42 機種）の類型に分類していること。
- ・それぞれの類型について地震による損傷を適当に想定されていること。
- ・類型ごとの点検作業を東京電力が管理実施していること。
- ・現場の点検作業が指示文書を満たして行われているかの立入検査がされたこと。

(2) 設備点検の結果

設備点検の結果発見された不適合のうち、点検・評価計画書の対象設備である工事計画書記載設備に関して、ボルトのゆるみやパッキンの劣化等、71 機器に不適合（うち、地震の影響と考えられるもの 29 機器）が見出されたが、不適合は直ちに安全上問題となるものではないこと、また、上記の着眼点に照らして適切に不適合対応されていることが確認されている。

機器レベルの点検・評価は 9 月 19 日現在で、目視点検は 100% 終了、主タービン復旧後のタービン作動試験、原子炉圧力容器漏えい試験などを除き可能な試験はすべて終了していることを確認した(表-3.3.1)。

表-3.3.1 7号機 設備健全性に係わる点検の状況

(平成20年9月19日現在)

		完了数/計画数	
基本点検 機器	目 視	約 1,360/1,360	(100%)
	作動試験・機能試験	約 940/1,000	(94%) *1
	漏えい試験	約 460/610	(75%) *1
	基本点検完了	約 1,190/1,360	(88%) *1
うち 原子炉安全上 重要な機器	目 視	約 640/640	(100%)
	作動試験・機能試験	約 430/450	(96%) *1
	漏えい確認	約 240/350	(69%) *1 *2
	基本点検完了	約 530/640	(83%) *1
追加点検	—	約 240/240	(100%)

3. 2. 3 地震応答解析結果

地震応答解析について、以下の項目を審議会資料などで確認した。

- ・解析すべき設備として耐震 As クラス、A クラスの約 700 設備がもれなく選択されていること。
- ・これらの代表として、設備の設計時の耐震裕度を考慮して、約 130 設備を選定し、解析が実施されていること。
- ・建物・構築物についても、中越沖地震によりどの程度の地震力が作用したのか、またその地震力による変形が弾性限度内だったかなどを解析し、健全性が評価されて

いること。

- また、東京電力の解析結果の妥当性を検証するために、(独)原子力安全基盤機構(以下 JNES)による解析の検証作業が実施されたこと。また、この作業は、JNES が算出した床応答スペクトルを使用し、JNES が独自に開発した解析プログラムを用いてクロスチェックを実施し、その結果が大差ないことが検証されていること。

今回の地震応答解析のクロスチェック過程で、東京電力(およびメーカー)が使用している配管応力解析ソフトに分岐管の応力符号の取り方にミスがあり、再度解析をやり直したことがあった。他電力、メーカーを含めて、その確認と対応に追われたが、幸い計算結果に大きな影響を及ぼすものではなかった。クロスチェックの重要性が認知されたと評価したい。

3. 3 系統レベルの健全性評価と結果(7号機機能試験)

3. 3. 1 系統レベルの健全性確認方法

系統レベルの健全性確認のための系統機能試験は、試験に係わる設備の健全性が、機器レベルの点検・評価によって確認された後に実施される。

系統機能試験では、系統の運転等によって、インターロック、警報の作動、弁の作動、系統流量等の状況を確認し、その結果から、系統全体の機能が正常に発揮されることを総合評価するものである(図-3.3.1)。

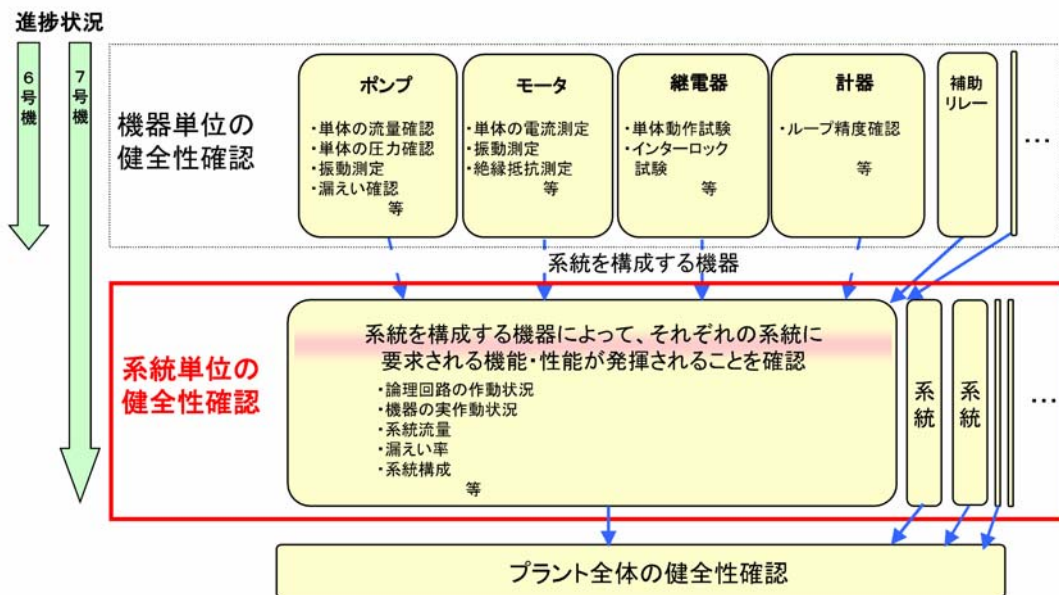


図-3.3.1 系統単位の健全性確認の流れ

3. 3. 2 系統試験の結果

事業用電気工作物は、電気事業法第 39 条にて経済産業省令に定める技術基準に適合す

るよう維持することが定められていることから、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」（省令 62 号）に要求される「系統機能」を確認するため、以下の系統 23 項目の試験が抽出されて実施されていることを確認した。

系統レベルの点検・評価は 12 月 3 日現在、全 23 項目中、蒸気タービン復旧後に行う、原子炉保護系インターロック機能試験（タービン系）、タービンバイパス弁機能検査、給水ポンプ機能検査などを除く 18 項目が終了し、異常がないことを確認した（表-3.3.1）。

なお、系統機能試験の判定基準は定期事業者検査の判定基準が用いられた。

表-3.3.1 7号機系統単位の試験一覧

止める機能 (6 項目)	原子炉停止余裕検査、制御棒駆動系機能検査、制御棒駆動機構機能検査、 選択制御棒挿入機能検査、ほう酸水注入系機能検査、 原子炉保護系インターロック機能試験（タービン系、原子炉系）
冷やす機能 (5 項目)	タービンバイパス弁機能検査、給水ポンプ機能検査、 非常用ディーゼル発電機定格容量確認検査、自動減圧系機能検査、 非常用ディーゼル発電機、高圧炉心注水系、低圧注水系、 原子炉補機冷却系機能検査
閉じこめる (7 項目)	主蒸気隔離弁機能検査、原子炉格納容器隔離弁機能試験、 原子炉格納容器スプレー系機能検査、非常用ガス処理系機能検査、 原子炉建屋気密性能検査、原子炉格納容器漏えい率検査、 可燃性ガス濃度制御系機能検査
その他 (5 項目)	原子炉建屋天井クレーン機能検査、中央制御室非常用循環系機能検査、 液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能試験、 計装用圧縮空気系機能検査、直流電源系機能検査

網掛け部は未実施（12/3 現在）

3. 4 建物・構築物の点検・評価と結果（7号機）

（1）点検・評価等の方法

建物・構築物の点検・評価に関しては、以下の基本的考えで実施されたことを確認した。

- ・耐震安全上重要な建物・構築物については、点検と地震応答解析を実施し、両者の結果を照合して健全性の総合評価を行われたこと。
- ・目視点検で異常が確認された場合は、非破壊試験等の追加点検を行い、必要に応じて補修が実施されたこと。
- ・地震応答解析結果において裕度が比較的少ない場合は、詳細検討を行うこと。
- ・保安院の指示に従い、点検評価の対象として、原子炉建屋、タービン建屋、排気筒及び非常用取水路が選定されていること。

- ・点検には力量をもつ者を配置し、必要に応じ設計者の意見を求める体制で行われたこと。

(2) 点検・評価結果

- ・7号機では、点検・立ち入り検査等の結果、原子炉建屋で最大ひび割れ幅 0.3mm、タービン建屋で最大ひび割れ幅 0.2mm が確認されたが、構造上問題となるひび割れ（ひび割れ幅 1mm 以上）は認められなかったこと。
 - ・排気筒の筒身外部及び支持鉄塔の部材、溶接部には変形・座屈・破断がなかったこと。
 - ・非常用取水路は、取水機能に影響を与える水路の損傷等がなかったこと。
- なお、点検の結果、地震により発生したことが否定できないひび割れについて東京電力は補修するとしている（7号機については、補修済みを確認した）。

3. 5 プラント全体の総合試験

今後、タービン設備の復旧の後、プラント全体の総合試験に移行する。

12月3日に開催された「原子力施設に関する調査・対策委員会 運営管理・設備健全性評価ワーキンググループ第16回設備健全性評価サブワーキンググループ」審議会に東京電力より、7号機のプラント全体の総合試験に関する資料が提出され審議されている。