添付資料

能登半島地震を踏まえた原子力発電所の安全性向上の取り組みについて

2024年7月17日
電気事業連合会

1．経緯および目的

- ✓ 能登半島地震（2024年1月1日発生）においては、原子力発電所の「止める・冷やす・閉じ込める」といった機能は維持され、安全性は確保されていた。しかしながら、原子力事業者としては、原子力発電所のさらなる安全性向上に向けて、様々な知見や気付きを踏まえて、自ら改善の取り組みを進めることが重要。
- ✓ 2024年2月より、電事連、ATENAを中心として事業者やメーカーと連携し、以下項目について検証してきた。

	検証項目	対象	論点
ATENA	**地震・津波**	活断層・地盤	断層評価及び地盤変動評価への影響の有無
		地震動	地震動評価への影響の有無
		津波	津波評価への影響の有無
	発電所設備	変圧器故障	外部電源系の信頼性向上のための方策（例：早期復旧のための方策）
		非常用Ｄ／Ｇ試運転中停止	所内電源構成を踏まえた試運転時の留意事項
		その他（構内道路段差など）	-
電事連	**状況確認・情報発信**	-	迅速性と正確性

2．検証の体制

✓ 能登半島地震の原子力発電所への影響を効果的に検証していくために、電事連およびATENA内に、事業者やメーカーと連携したサブワーキング（SWG）を立ち上げ、検証の体制を構築した。

ATENAステアリング会議
ATENA運営会議

電事連　原子力推進・対策部会
電事連 総合部会

耐震検討WG

能登半島地震知見整理SWG
（活断層・地盤、地震・地震動、津波）

検証項目：　地震・津波
検証対象：　断層評価、地盤変動評価、地震動評価、津波評価等
メンバー　：　東京、中部、北陸
関西、九州、電中研
ATENA

安全設計WG

設備保全WG

能登半島地震発電所設備に係る知見整理SWG

検証項目　：　発電所設備
検証対象　：　変圧器故障、非常用D/G試運転中停止等
メンバー　：　東京、中部、北陸、関西、九州
三菱重工、三菱電機、東芝ESS
日立製作所/日立GE、ATENA

防災検討WG

検証項目：原子力防災
検証対象：地盤隆起時の海水取水対応
メンバー　：電力各社
ATENA

運用管理委員会

能登半島地震知見整理SWG
（状況確認・情報発信）

検証項目：　状況確認、情報発信
メンバー　：　東京、中部、北陸
関西、電事連

青字：新規設置のSWG

３－１．各WGによる検証内容（地震・津波）

- ✓ 能登半島地震に係る学会、各大学、国の研究機関等の調査、研究結果の最新情報を「活断層・地盤」、「地震動」、「津波」などの分野毎に、毎週、調査収集
- ✓ 収集した最新情報について、以下の観点を中心に原子力発電所で設計上想定する地震動及び津波の評価（以下、「地震動・津波評価」という。）に対する影響を確認

対象		検証内容
活断層・地盤	断層長さ	能登半島地震に係る各研究機関の調査、研究結果の情報から、従来の地震動・津波評価の見直しが必要となるか検討
	断層傾斜角	
	連動	
	地盤変動量	
地震動	各地の地震動レベルとの比較	
	地震規模	
	地震発生層の深さ	
津波	津波痕跡	
	津波評価	
	長大断層におけるすべり量の飽和	
	海底地すべりとの重畳	
	波力、黒い津波、津波漂流物	

３－２．各WGによる検証内容（発電所設備）

- ✓ 志賀原子力発電所で発生した発電所設備の故障・不具合事例について調査
- ✓ 調査から得られた知見や気付きをもとに、さらなる自主的安全性向上に資する対策について検討

対象		検証内容
変圧器	変圧器故障	発電所設備の故障・不具合事例について調査を行い、得られた知見や気付きをもとにさらなる自主的安全性向上に資する対策について検討
	変圧器油漏えい	
	変圧器放圧板動作	
非常用ディーゼル発電機（D/G）	D/G試運転中停止	
使用済燃料貯蔵プール（SFP）	SFP溢水	
	SFP冷却ポンプ停止	
	SFP内保管の検査装置落下	
構内道路	アクセスルート段差	
防潮壁	防潮壁傾き・沈下	
純水タンク等	純水タンク等の水位低下	
制御棒駆動機（CRD）ハウジング支持金具	支持金具の脱落	

３－３．各WGによる検証内容（状況確認・情報発信）

- ✓ 能登半島地震に係る対応（状況確認・情報発信）について、ステップ毎に整理・分析し、課題・良好事例を抽出した。
- ✓ 抽出した課題は、あるべき姿とのギャップに対して原因を分析し、課題解決のために各社共通して取り組むことが推奨される事項をとりまとめた。

対象	検証内容
火災発生有無の誤報	状況確認・情報発信に係る対応について、下記ステップ毎に検証 ・現場の状況把握 ・現場から受領した情報整理（管理） ・整理した情報の関係者間共有 ・対外発信
変圧器の油漏えい量の誤報	
津波による潮位上昇量の誤報	
広報活動の不備	
その他（良好事例等）	

４－１．検証結果（地震・津波）

■ 地震・津波分野については、能登半島地震に係る学会、各大学、国の研究機関の調査、研究結果の最新情報を幅広く収集し、従前の地震動・津波評価への影響を確認した結果、以下の通り、現時点では地震動・津波評価の見直しを要する情報は確認されていない。

対象	検証状況	対応方針
活断層・地盤 【参考1】 (スライド4,6)	➢ 能登半島地震の余震域の分布と従来から想定されている活断層の分布が整合していることから、**今回地震を起こした活断層の分布は、各種機関の調査で事前に想定されていたもの。** ➢ ただし、活断層の連動のメカニズム等については、**今後の各種研究機関の分析・評価の成果が待たれる**。 ➢ 今回の地震規模と平均すべり量の関係は従前の評価式と整合的である。なお、地盤隆起については、発電所敷地が大きく隆起することはないことを確認し、その影響は各サイトで設計上考慮済みである。	➢ 現時点において、従前の地震動・津波評価と整合しており、**原子力発電所の地震動・津波評価の見直しを要する喫緊の課題なし**。 ➢ 活断層の連動のメカニズム等については、今後も**各種研究機関の分析・評価等の情報収集を継続する**。 ➢ 今後、得られた知見については、各サイトの地域特性も考慮の上、**必要に応じ地震動・津波評価への反映を検討する**。 ➢ なお、万が一の場合を考慮し、能登半島地震によって発生した地盤隆起（石川県輪島市）と同様、４ｍの地盤隆起発生を仮定し、各社、机上検討にて代替取水箇所で取水可能であることを確認した。現在、実動訓練にてその有効性を確認している。
地震動 **津波** 【参考1】 (スライド5,7,8)	➢ 今回確認された地震観測記録は、既存の距離減衰式（経験式）との比較より、**これまでに経験してきた内陸地殻内地震の特徴と概ね整合する。** ➢ 今回の津波痕跡高の調査結果（概ね5m以下）は、**能登半島地震発生前に想定されていた津波想定高さ（5m～10m）を下回っている。**また、津波評価における波源モデルについては、**既往知見に基づき概ね評価できる。** ➢ 今回の地震に関し、「波力」、「黒い津波」、「津波漂流物」に関する研究報告は現段階ではみられない。	

４－２．検証結果（発電所設備）

■ 発電所設備について、変圧器をはじめとした志賀原子力発電所における設備の故障、不具合事例を検証し、以下のとおり対応方針を取りまとめた。

対象	検証結果	対応方針
変圧器 【参考２】 (スライド6-8)	➢ 志賀１号機起動変圧器及び志賀２号機主変圧器について、**付属部の配管が損傷し、絶縁油が漏えい**した。また、いずれの変圧器も**放圧板が動作**した。 ➢ 変圧器は耐震Cクラス機器の設計に用いられるものを上回る加速度を考慮し設計していたが、**志賀では実際の応答加速度がそれを超えたことにより、配管損傷に至ったものである。**しかしながら、外部電源の全喪失は回避できた（５回線中３回線健全）ことから、**外部電源系統の多重性が地震に対しても有効であることを改めて認識**した。 ➢ 志賀２号機主変圧器は、配管損傷による絶縁油の漏えいによって、内部の油面が低下し、絶縁破壊により内部損傷に至った。内部損傷が発生した場合、部品調達、補修に長期間を要する。**外部電源の信頼性が低下した状態が長期化することは望ましくないことから、変圧器の内部損傷を防止する取組み**が重要。	➢ 機能喪失の長期化回避の観点から、**絶縁油漏えい時の変圧器停止手順を整備**する。 ➢ **放圧板動作時の早期復旧対策**（予備品確保等）を実施する。
ディーゼル発電機（D/G） 【参考２】 (スライド9-12)	➢ D/G試運転のため、並列操作を実施していたところ、自動停止した。 ➢ 今回の事象は、試運転中であったことから原子力安全への影響はなかったが、**D/G不待機期間（設備が使用できない期間）を生じさせない等の観点から、意図しない自動停止を低減すること**が重要。	➢ D/G並列時自動停止の主要因となる運転操作に焦点をあて、**志賀の事象のみならず、他社の自動停止事象を調査し、系統への並列時における操作手順を明確にするなど、より確実な運転操作に資する手順を反映**する。

４－２．検証結果（発電所設備）

対象	検証結果	対応方針［実施時期］
使用済燃料プール（SFP） 【参考2】 (スライド13、14)	➢ 志賀２号機SFP内に保管してあった**検査装置の一部がプール底部に落下した**。 ➢ SFP内保管物品について、落下により燃料破損等の直接的な影響がない軽量の物品であっても、**異物混入防止の観点から、燃料へ異物が混入する可能性を低減することが重要。**	➢ 志賀で落下したSFP内保管物品と同様な構造の機器類の有無を確認するため、**SFP廻りの現場確認を実施**する。
CRDハウジング支持金具 【参考2】 (スライド15-17)	➢ 志賀１号機**CRDハウジング支持金具の構成部品の一部が脱落した**。 ➢ **落下した構成部品がルースパーツになるリスクや下部にある機器を破損させる等の影響が考えられるため、構成部品の落下を防止する**ことが重要。 ➢ BWRのうち、一部のプラントでは、**構成部品の端部がフラット**でサポートブロックに乗っているだけであり、**地震で脱落する可能性がある**ことを確認した。	➢ 据付管理や構造の見直し等により**構成部品が脱落しない対策を実施**する。

※なお、検証対象として挙げていた「構内道路」、「防潮壁」、「純水タンク等」については、検証の結果、特段の知見は抽出されなかったことから、新たな対策は不要と判断。

４－３．検証結果（状況確認・情報発信）

■ 現場の状況把握から情報発信までの一連の流れについて整理・分析し、課題・良好事例を抽出した上で、以下のとおり対応方針を取りまとめた。

項目	検証結果	対応方針
状況確認・情報発信 【参考3】	➢認識の相違や情報管理の不十分さから、関係者間での情報共有、連携不足が発生するとともに、発信情報の訂正等、いくつかの問題となる事象が発生した。 ➢具体的には、「火災発生の誤情報」、「津波による取水槽内の水位変動情報の訂正」、「変圧器からの絶縁油の漏えい量の訂正」等があった。 ➢各事象の対応時系列を整理・分析し、課題・良好事例を抽出した。 ➢主な課題として**関係者間の連携不足や共有情報の一元管理の不備、不確実性のある情報の取扱いの不備**があった。 ➢ 抽出した課題については、あるべき姿とのギャップから原因を分析し、**課題解決のための推奨事項をとりまとめた。**	➢検証結果から得られた「情報収集・情報整理」、「情報の一元管理」に関する推奨事項等を基に、電事連において情報収集や情報発信に関する標準的なガイドを作成、水平展開する。 ➢本ガイドを各社が活用し、**現状のルール・体制等を検証し、必要に応じ、各社改善を図る**。あわせて、各社において教育・訓練により対応要員への定着を図る。 ➢情報発信について、**各社はステークホルダーの要求を踏まえた情報発信を徹底・継続する。** ➢また、電事連は第三者の立場から客観的な発信を行うなど、誤った情報拡散の抑制などに資する運用を検討する。

5．検証のまとめ・今後の対応

検証項目	検証のまとめ	今後の対応 ※［　］内は対応目途
地震・津波	・現時点において、原子力発電所の地震動・津波評価に影響を及ぼす喫緊の課題は無いことを確認	・自主的に各種研究機関の分析・評価等の情報収集を継続
発電所設備	・変圧器をはじめとした志賀原子力発電所における設備の故障、不具合事例を検証 ・複数の課題を抽出し、対応方針を取りまとめ	・ATENAを中心に取りまとめた方針に従い、各社※1はそれぞれの設備や運用に応じた対策を進める ①ATENAは、各社に対し対策実施及び実施計画の策定を要求する文書を発出 ［7／16　対応済］ ②ATENAは、各社の実施計画を取りまとめ、ATENAホームページに公開※2［2024年12月末迄］ ※1　電力9社（除く沖縄電力）、日本原子力発電、電源開発 ※2　定期的に計画と実績を更新
状況確認・情報発信	・現場の状況確認から情報発信までの一連の流れについて整理・分析 ・課題・良好事例を抽出し、適切な状況確認や情報発信に係る対応方針を取りまとめ	＜現場状況の確認＞ ・電事連において、情報収集に関する標準的なガイドを作成、水平展開［2024年8月中］ ＜情報発信＞ ・各社は、ステークホルダーの要求を踏まえた情報発信を徹底・継続 ・電事連は、第三者の立場から客観的な発信を行うなど、誤った情報拡散の抑制などに資する運用を検討［2024年9月中］

- 原子力事業者としては、引き続き、耐震安全性評価等に反映すべき最新情報等が確認された場合には、<u>得られた知見を原子力事業者で共有し、安全対策の検討に活用していくことで、さらなる安全性向上に努めていく。</u>
- また、新規制基準への的確な対応はもとより、ATENAのみならず、JANSIや電力中央研究所・原子力リスク研究センターなど、関係機関とも連携し、<u>産業界一丸となって、より高い次元の安全性確保に向けた取り組みを進めていく。</u>