

# 志賀原子力発電所における安全強化策の取り組み

## The Safety Reinforcement Measures at Shika Nuclear Power Station

北陸電力株式会社	倉田 勝	Masaru KURATA	Non Member
北陸電力株式会社	西井 淳一	Junichi NISHII	Non Member
北陸電力株式会社	辰尾 光一	Koichi TATSUO	Non Member
北陸電力株式会社	林 輝明	Teruaki HAYASHI	Non Member

The Fukushima Daiichi nuclear disaster was initiated by the Tohoku earthquake and subsequent massive tsunami on 11 March 2011. To prevent the event as the Fukushima Daiichi nuclear disaster, we had implemented the necessary safety reinforcement measures in Shika Nuclear Power Stations. In this paper, we are going to introduce the flood prevention measures that prevent seawater from entering the power stations. And we also secured emergency power supplies for the case of loss of all AC power supplies. In addition, we secured the function of coolant systems by diversifying water sources and deployment of fire engines and so forth. As the next step, including the adaptation of Shika Nuclear Power Stations for the new regulations that are going to be forced on next July, not staying the existing state, we are going to study and implement the further measures to improve safety and reliability of Shika Nuclear Power Stations.

**Keywords:** Shika Nuclear Power Station, Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

### 1. 緒言

平成 23 年 3 月 11 日、太平洋三陸沖を震源とした東北地方太平洋沖地震で発生した大規模津波より東京電力福島第一原子力発電所事故が発生した。同じ原子力事業に携わる者として、このような事故を繰り返さないよう、安全・安定運転及び安全性向上のための設備対応を実施しているところである。東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会での事故全体像の把握及び、その分析・評価結果等を踏まえ、これまで志賀原子力発電所で実施してきた緊急安全対策や更なる対策を含む安全強化策の一部について紹介する。

### 2. 福島第一原子力発電所事故の概要

地震により地震加速度高スクラム信号が発生し、運転中であった原子炉は速やかに停止するとともに、非常用電源と原子炉の冷却機能が正常に確保された。

しかし、その後来襲した津波により、原子炉で発生する熱を海へ逃がすために必要な海水ポンプが全て被水し機能喪失した。更に、津波による海水が建屋内へ侵入したことで、非常用電源設備が被水し原子炉を冷やす機能

を維持する大半の設備へ給電が行えない状況となり、原子炉の冷却機能が失われた。

この結果、原子炉格納容器内の圧力上昇による過圧破損を避けるため、原子炉格納容器内の放射性物質を含む空気を原子炉建屋外に放出するベント操作により放射性物質が外部へ放出された。また、原子炉水位が燃料頂部より低下し、燃料冷却できなくなったことで溶け出し、炉心の損傷に至った。その後、炉心の損傷により大量に発生した水素が原因と思われる爆発で原子炉建屋が損傷したため、大量の放射性物質が外部へ放出され、周辺地域へ甚大な影響を与える事象に至ったと考えられている<sup>(1)</sup>。

### 3. 志賀原子力発電所での安全強化策

福島第一原子力発電所のような事故を繰り返さないよう、志賀原子力発電所における安全強化策の取り組みについて以下に記す<sup>(2)</sup>。

#### 3.1 津波対策

志賀原子力発電所における設計津波高さは 5 m 程度としている。発電所の敷地高さは 11m 以上であるが、想定以上の津波が発生した場合でも原子炉施設への浸

連絡先: 林 輝明, 〒925-0141 石川県羽咋郡志賀町高浜町ニ 13-21, 北陸電力株式会社,  
E-mail: hayashi.teruaki@rikuden.co.jp

水を防止するため、標高 15mの津波に耐えられる防潮堤を設置するとともに、取水槽及び放水槽廻りに防潮壁を設置した。

更に、防潮堤を越える津波が発生した場合でも、原子炉冷却に必要な機器や電源設備等が設置された場所への海水侵入を防止するため、扉や配管等貫通部の水密化処理を行った。実施した津波対策の概要を図1に示す。これらにより、津波に対する信頼性を向上させた。

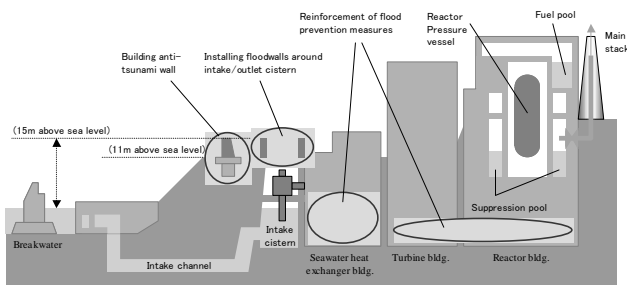


Fig.1 Over view of safety reinforcement measures at tsunami

### 3.2 電源の確保

地震等により原子炉が停止した場合、外部電源により原子炉の冷却機能や原子炉水位等の監視機能等が維持される。また、外部電源が喪失した場合でも原子炉建屋内に設置した非常用ディーゼル発電機により上記機能を維持できる設計としている。

地震等の影響により外部電源が喪失した状態に加え非常用ディーゼル発電機の機能が失われた場合、直流電源（蓄電池）から電源供給を受ける原子炉冷却設備（原子炉隔離時冷却系）や原子炉水位等の監視機能は蓄電池の電源枯渇までの一定時間機能が維持される。

この状況においても原子炉の冷却機能及び原子炉水位等の監視機能等の電源を長時間確保するため、高圧電源車を配備した。これにより、原子炉隔離時冷却系や監視機能等へ電源供給が可能（70日間程度）となり外部電源復旧までに十分な期間の電源を確保した。なお、高圧電源車の容量には、中央制御室の環境維持設備や原子炉圧力容器内の圧力を下げ、原子炉へ注水冷却を行うために必要な設備も含めている。

更に、原子炉で発生する熱を海へ逃がす機能を確保し冷却の信頼性を向上させるため、高圧電源車とは別に非常用（大容量）電源車（図2）を配備した。これらにより、全交流電源喪失時における電源供給機能の信頼性を向上させた。



Fig.2 Picture of power supply car

### 3.3 冷却機能の確保

原子炉冷却機能が喪失し、原子炉水位が原子炉内に保有された燃料頂部より低下した場合、燃料から生じる崩壊熱により燃料溶融が発生する。その状態が継続すれば、溶融した燃料が原子炉圧力容器を溶かし容器外へ漏出することで、原子炉格納容器内が放射性物質で充満すると同時に崩壊熱で高温、高圧状態となり、過圧破損防止のためのベント操作で大量の放射性物質が外部へ放出される可能性がある。このような事態に陥らないために燃料の冷却機能の確保が必須である。また、使用済燃料貯蔵プールに保管された燃料も同様に、燃料溶融を防ぐため燃料の冷却機能の確保が必須である。

通常、原子炉に保管された燃料の崩壊熱は、残留熱除去系を用い除熱し、原子炉補機冷却系で熱交換を行うことで、最終的に海へ熱を輸送する。また、使用済燃料貯蔵プールに保管された燃料は燃料プール冷却浄化系を用い除熱し、原子炉補機冷却系で熱交換を行う。

想定以上の地震・津波等により海水ポンプが機能喪失した場合、原子炉補機冷却系が機能を失い、原子炉及び使用済燃料貯蔵プールの除熱機能が喪失する。その結果、水の蒸発により水位が低下するため、原子炉圧力容器及び使用済み燃料貯蔵プールへ水を補給する必要がある。

海水ポンプが機能喪失した状況でもポンプを動かせるよう予備の電動機及び代替品として大容量水中ポンプを配備した。更に、外部から注水冷却できるよう消防車を配備するとともに、多様性を有した水源（ダム、大容量ろ過水タンク、防火水槽、耐震性貯水槽、放水槽）を確保することで外部注水冷却機能の信頼性を向上させた（図3）。これらにより、原子炉及び使用済燃料貯蔵プール冷却機能の信頼性を向上させた。

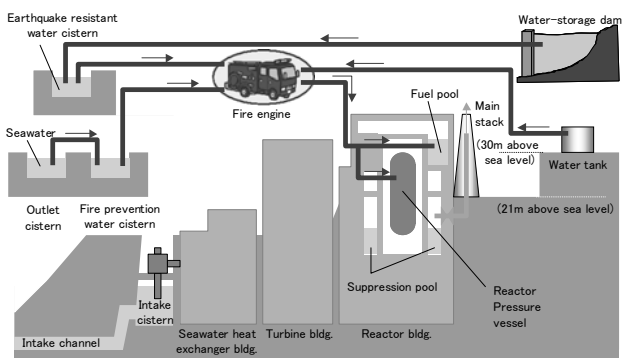


Fig.3 Water injection by a fire engine

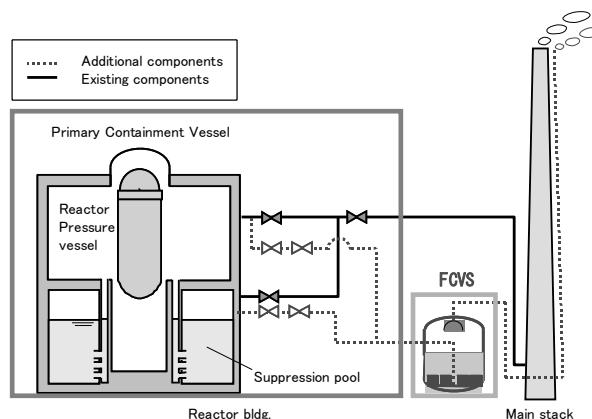


Fig.4 Filtered Containment Venting System (FCVS)

## 4. 志賀原子力発電所での安全性向上施策

志賀原子力発電所で実施している安全強化策に加え、新規制基準を踏まえた更なる安全性向上のため、安全性向上施策<sup>(3)</sup>を検討・実施していく。安全性向上施策のうち、施策の一部を以下に記す。

### 4.1 浸水防護機能の強化

安全強化策で実施したの津波対策に加え、重要機器を内部溢水等による浸水から防護するため、水密扉の設置、配管貫通部の止水処理等を追加することにより浸水防護機能を強化する。

### 4.2 直流電源設備の強化

全交流電源が喪失した場合に、非常用蓄電池から電源供給を受ける原子炉隔離時冷却系や原子炉水位等の監視機器等へ長時間電源供給できるよう、蓄電池の追加等により、直流電源設備を強化する。

### 4.3 冷却機能の強化

安全強化策で実施した冷却機能の確保対策に加え、原子炉への注水機能を強化するため、ポンプ、注水配管を設置する。また、原子炉格納容器並びに使用済燃料貯蔵プールへの注水機能を強化するため、既設の可搬型代替注水設備（消防車等）からの注水配管を設置する。

更に、原子炉格納容器気相部の除熱及び事故時の原子炉格納容器の過圧破損防止並びに放射線物質の放出量を低減するため、既設のベント設備に加え、格納容器フィルタ付ベント装置を設置する（図4）。

## 5. 結論

志賀原子力発電所において、福島第一原子力発電所事故の事故調査結果<sup>(1)</sup>等から必要と考える安全強化策を実施してきた。その一部である津波対策、電源の確保、冷却機能の確保について紹介した。

また、紹介した設備を緊急時に迅速かつ確実に対応できるように、訓練により非常用電源及び冷却機能の確保を実施できることを確認している。今後も引き続き訓練を継続的に実施し、迅速かつ正確な対応ができるよう取り組む。

更に今後は、安全強化策の実施と共に、平成25年7月に施行予定の新規制基準への対応を含め、現状の安全対策には満足せず一層の安全機能強化のため、安全性向上施策<sup>(3)</sup>を検討、実施することで、志賀原子力発電所の信頼性向上に取り組む。

## 参考文献

(1) 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会「中間報告」（2011）

<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/post-1.html>

(2) 志賀原子力発電所における津波等に対する安全強化策の概要

<http://www.rikuden.co.jp/tousyataiou/index.html>

(3) 志賀原子力発電所安全性向上のための施策の一部工事開始について

<http://www.rikuden.co.jp/press/attach/13061701.pdf>

（平成25年6月18日）