

伊方発電所の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の
地震対策について（報告）

平成23年 7月

四国電力株式会社

目 次

1. はじめに
2. 指示事項
3. 東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の設備損傷状況と地震観測結果
4. 当社の影響評価対象設備について
5. 開閉所設備等の影響評価手法
6. 評価状況
7. 今後の対応について

1. はじめに

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震による揺れで、福島第一原子力発電所内の開閉所における空気遮断器等に損傷が発生したことを受け、平成23年6月7日に発出された経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所等の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震対策について（指示）」（平成23・06・07 原院第1号）に基づき、当社、伊方発電所における開閉所等の電気設備が機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性についての影響評価等について、検討結果を報告するものである。

2. 指示事項

平成23年6月7日に発出された経済産業省原子力安全・保安院指示文書における指示事項は以下のとおりである。

- (1) 平成23年東北地方太平洋沖地震により東京電力株式会社福島第一原子力発電所において観測された地震観測記録の分析結果を踏まえ、一般電気事業者等の原子力発電所等において開閉所等の電気設備が機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性についての影響評価

なお、この評価に当たっては、基準とする開閉所等に係る地表面における地震力を各原子力発電所等において設定し、電気設備に生ずる応力を解析により求め、当該電気設備の構造強度との比較により評価を行うこと。

- (2) 上記(1)において機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性があるとして評価された場合、当該設備に対する地震対策の策定

3. 東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の設備損傷状況と地震観測結果

- (1) 東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の設備損傷状況

平成23年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震により、福島第一原子力発電所の1号機用大熊線1号線受電用遮断器及び2号機用大熊線2号線受電用遮断器・断路器に被害が発生した。

- (2) 東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の地震観測結果の分析

前述の遮断器等の設置箇所における加速度の観測記録はないものの、福島第一原子力発電所の原子炉建屋基礎版上でNS方向、EW方向、UD方向の最大加速度として、1号機では258～460gal、2号機では302～550galという数値が観測されている。また、自由地盤系地表面ではNS方向、EW方向、UD方向の最大加速度として、南地点では326～600gal、北地点では239～699galという数値が観測されている。

4. 当社の影響評価対象設備について

今回の福島第一原子力発電所の1号機及び2号機の遮断器等の損傷を踏まえ、当社伊方発電所における同様の開閉所設備について影響評価を行う（表1）。また、原子力発電所においては、開閉所設備で受電した後に電圧を変換する変圧器があり、これについても大型機器であることから、地震による強い加震力を想定した場合についても同様に影響評価することとした（表2）。

表1 当社伊方発電所の開閉所設備における影響評価対象設備について

発電所	号機	電圧階級	仕様
伊方発電所	1～3号機	187kV	G I S ^{※1}
	1, 2号機	66kV	G I S
	3号機	500kV	G I S

※1 ガス絶縁開閉装置。以下同様。

表2 当社伊方発電所の変圧器における影響評価対象設備^{※2}について

発電所	号機	機器名称	電圧
伊方発電所	1号機	起動変圧器	187kV/6.9kV
	1, 2号機	予備変圧器	66kV/6.9kV
	2号機	起動変圧器	187kV/6.9kV
	3号機	主変圧器	500kV/22.5kV
		所内変圧器	22.5kV/6.9kV
		予備変圧器	187kV/6.9kV

※2 外部電源受電に必要な変圧器を対象としている。

5. 開閉所設備等の影響評価手法

原子力発電所においては、開閉所設備と変圧器は耐震重要度上Cクラスであり、一般産業施設と同等の耐震安全性を保持すればよいものという位置づけである。しかし、今回福島第一原子力発電所で観測された地震波形の応答スペクトルにおいて、がいし設備の共振領域である0.5Hz～10Hz程度にピークが確認されたことから、従来より、地震の応答スペクトルとそれに対する機器の共振も考慮しているJEAG5003-2010「変電所等における電気設備の耐震設計指針」（以下、「JEAG5003」という。）による評価を実施し、設計上の裕度（各部位の発生応力とその部位の許容応力の比率）を確認することとした。

(1) 開閉所設備

開閉所設備は、機器下端には3m/s²共振正弦3波を入力し、動的評価を実施している。これは地表面への3m/s²共振正弦2波入力に、基礎の存在による加速度

増倍率 1.2 と鉛直加速度、接続導体等による不確定要因 1.1 を考慮し従来から使用している 3 波に換算したものである。

地表面加速度として想定している 3m/s^2 については、過去の地震のほとんどを包絡できる値として設定されている。一方、地表面への共振正弦 2 波入力に相当する応答倍率 4.7 では、過去の大規模地震データの約 93% 程度を包絡しており、共振正弦 3 波入力に相当する応答倍率 6.1 であれば、ほぼ全ての地震データを包絡できる。

(2) 変圧器

JEAG5003 では、静的 5m/s^2 の入力で倒壊しない(基礎ボルト等がせん断しない)ことを評価している。

東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の地震観測結果では、原子炉建屋基礎版上の最大加速度として、1号機では 258~460gal、2号機では 302~550gal、自由地盤系地表面では 239~699gal であったものの、変圧器本体は固有振動数が 15Hz 以上と高く、地震観測結果の加速度のピークからは外れていることから、従来どおり静的 5m/s^2 を評価に用いることとしている。

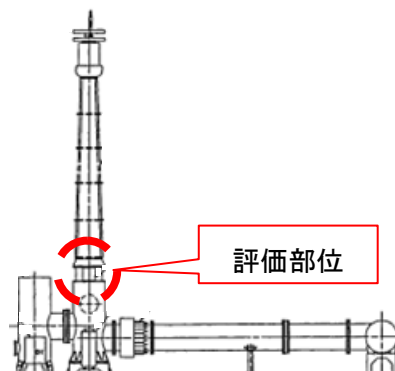
6. 評価状況

4 項で抽出した当社原子力発電所における開閉所設備、変圧器設備について、JEAG5003 の手法による評価上の裕度を表 3、4 に示す。

表 3 当社伊方発電所の開閉所設備に対する評価状況について

発電所	号機	電圧階級	仕様	裕度 ^{※3}	評価部位 ^{※3}
伊方発電所	1~3号機	187kV	G I S	1.78	ブッシング
	1, 2号機	66kV	G I S	4.90	遮断器 架台部
	3号機	500kV	G I S	3.20	ブッシング

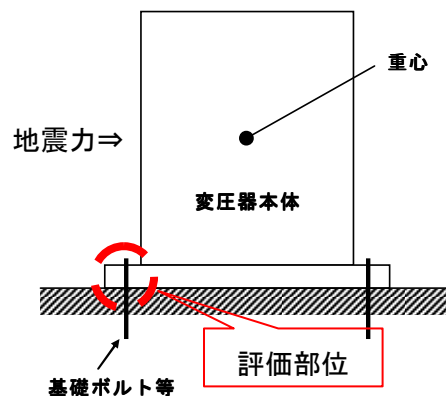
※3 裕度の最も小さい評価部位を記載する。



ガス絶縁開閉装置の評価一例

表4 当社伊方発電所の変圧器に対する評価状況について

発電所	号機	変圧器名称	電圧	裕度	評価部位
伊方発電所	1号機	起動変圧器	187kV/6.9kV	1.53	基礎ボルト
	1,2号機	予備変圧器	66kV/6.9kV	2.22	基礎ボルト
	2号機	起動変圧器	187kV/6.9kV	1.99	基礎ボルト
	3号機	主変圧器	500kV/22.5kV	1.87	基礎耐震金具部
		所内変圧器	22.5kV/6.9kV	4.98	基礎耐震金具部
	予備変圧器	187kV/6.9kV	4.99	基礎耐震金具部	



変圧器評価の概念図

開閉所設備については、5（1）項における応答倍率6.1が過去の地震データをほぼ包絡していることを踏まえ、今回の評価結果において、裕度が1.3以上であれば、過去の大規模地震を考慮しても機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性は低いものと見なすことができる。また、変圧器については5（2）項で述べたとおり、固有振動数を外れていることから、裕度が1以上であれば機能不全となる倒壊、損傷等が発生する可能性は低いものと見なすことができる。

7. 今後の対応について

今回、開閉所設備と変圧器については、JEAG5003の手法にて評価した。

しかし福島第一原子力発電所の1号機、2号機における遮断器等の損傷については、その応答スペクトルと損傷モード等、不明な点もあることより、今後、東京電力において行われる詳細評価の結果に基づき、新たな知見の反映要否を含めて検討を実施し、別途最終報告することとしたい。

以 上