

平成23年 7月 7日
独立行政法人
日本原子力研究開発機構
敦賀本部

高速増殖原型炉もんじゅの外部電源の信頼性確保に係る
開閉所等の地震による影響評価の報告について

当機構は、平成23年6月7日付け、原子力安全・保安院からの「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）」^{*}を受け、高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」という。）の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について、本日、原子力安全・保安院に報告いたしました。

当機構「もんじゅ」の開閉所設備及び変圧器については、評価の結果、いずれも裕度があることから、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考えています。しかし、福島第一原子力発電所の遮断器等の損傷については、不明な点もあり、今後の東京電力における詳細評価結果に基づき、新たな知見の反映要否を含めて検討を実施し、別途最終報告を行いたいと考えています。

当機構は、引き続き、福島第一原子力発電所事故等の情報収集及び分析を行うとともに、今後も得られる新たな知見をもとに迅速かつ的確に対策を追加し、「もんじゅ」の安全確保に万全を期してまいります。

※ 平成23年6月7日付け 原子力安全・保安院からの指示内容（概要）

原子力安全・保安院は、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、外部電源の信頼性を確保する観点から、下記の事項について実施することを求めます。また、その実施状況について、平成23年7月7日までに報告することを求めます。

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

別紙：高速増殖原型炉もんじゅの外部電源の信頼性に係る開閉所等の地震対策について（報告）

以上

高速増殖原型炉もんじゅの外部電源の信頼性に係る
開閉所等の地震対策について（報告）

1. 概要

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、当機構の高速増殖原型炉もんじゅ（以下「もんじゅ」という）の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、検討状況を報告するものである。

1-1. 指示事項

上記平成23年6月7日付け経済産業省原子力安全・保安院指示文書での指示事項は次のとおりである。

- (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)項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。

1-2. 東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の設備損傷状況と地震観測記録について

- (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開閉所において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記録について

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。

福島第一原子力発電所の開閉所における遮断器等が損壊に至ったメカニズム等の細部に不明な点はあるものの、その損壊の事実を参考として、当機構もんじゅにおける同種機器について JEAG5003「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)に基づき、現時点での影響評価を行った。

2. 当機構もんじゅ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、当機構もんじゅにおいても、同様の開閉所設備について影響評価を行う(表1)。

また、当機構もんじゅにおいては、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倒壊、転倒しないことについても同様に評価することとした。(表2)

表1 当機構もんじゅ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	電圧階級	仕様
高速増殖原型炉もんじゅ	275kV	ガス絶縁開閉装置
	77kV	ガス絶縁開閉装置

表2 当機構もんじゅの変圧器設備における影響評価対象設備[※]について

発電所	変圧器名称	電圧
高速増殖原型炉もんじゅ	1 A 起動変圧器	275/6.9kV
	1 B 起動変圧器	
	予備変圧器	77/6.9kV

※外部電源受電に必要な変圧器を対象としている。

3. 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(開閉所設備)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 による評価を実施し、設計上の裕度(各部位の地震動による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

JEAG5003 では、開閉所設備の機器下端に $3\text{ m/s}^2 (=300\text{ Gal})$ 共振正弦3波(機器共振振動数による正弦波を3周期繰り返す波)を入力し、動的評価を実施している。これは、地表面への 3 m/s^2 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

から一般的に使用している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75年の地震の98%程度を包絡している。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、ほぼ全てのデータが含まれている。

(2) 変圧器設備

JEAG5003 では、静的 $5\text{m/s}^2 (=500\text{Gal})$ の入力で倒壊しない（基礎ボルトがせん断しない）ことを評価している。

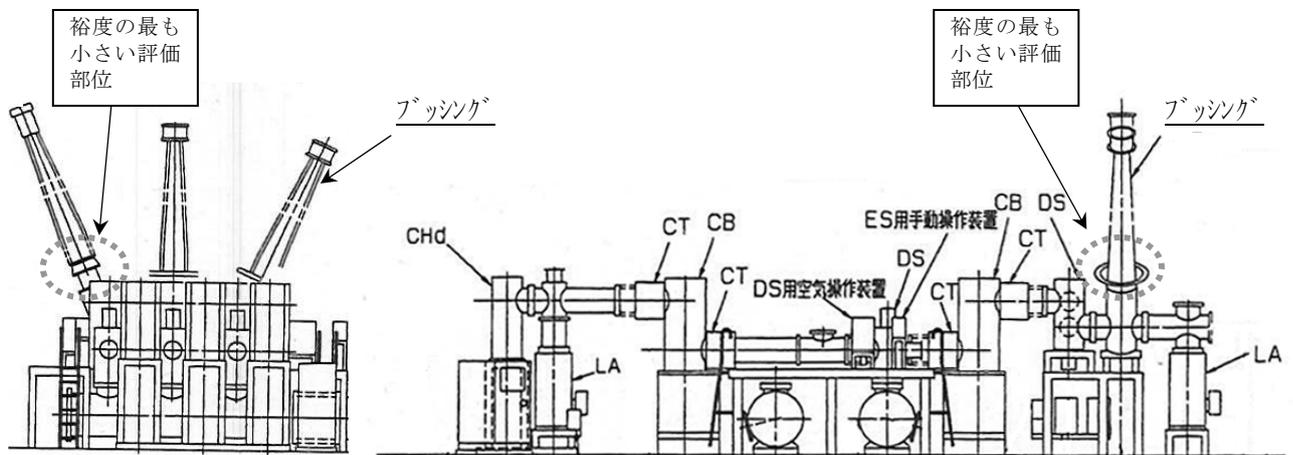
東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の地震観測結果では、原子炉建屋基礎版上の最大加速度として、1号機では258~460Gal、2号機では302~550Gal、自由地盤系地表面では239~699Gal だったものの、変圧器本体は固有振動数が15Hz以上と高く、地震観測結果の加速度のピークからは外れていることから、静的 5m/s^2 を評価に用いることとしている。

4. 評価状況

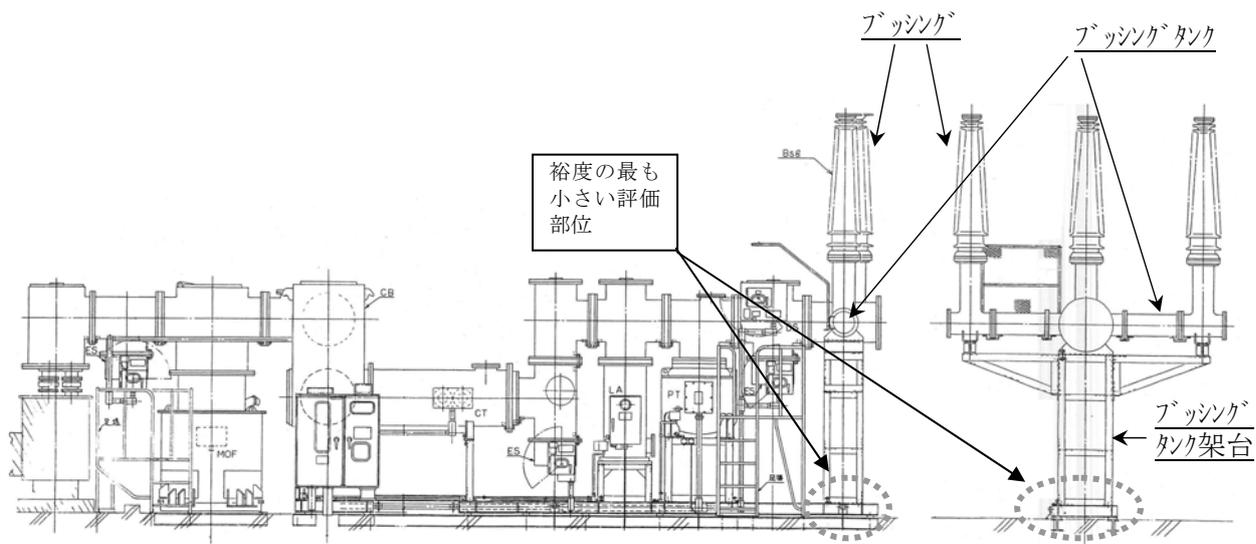
2項で抽出した当機構もんじゅにおける開閉所設備、変圧器設備について、JEAG5003 の手法による評価上の裕度を表3、4に示す。ここで、「評価部位」には裕度が最も小さい部位を記載している。

表3 当機構もんじゅの開閉所設備に対する評価状況について

発電所	電圧階級	仕様	裕度	評価部位
高速増殖原型炉 もんじゅ	275kV	ガス絶縁開閉装置	4.09	ブッシング部
	77kV	ガス絶縁開閉装置	1.63	ブッシングタンク架台部



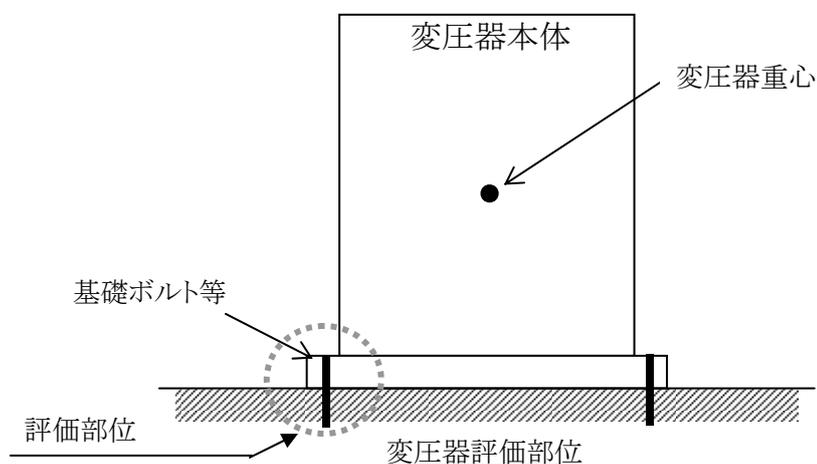
275kVガス絶縁開閉装置の評価例



77 kVガス絶縁開閉装置の評価例

表4 当機構もんじゅの変圧器設備に対する評価状況について

発電所	変圧器名称	電圧	裕度	評価部位
高速増殖原型炉 もんじゅ	1 A 起動変圧器	275/6.9kV	5.72	基礎固定部
	1 B 起動変圧器		5.84	基礎固定部
	予備変圧器	77/6.9kV	4.14	基礎固定部



開閉所設備については、3（1）項で述べたとおり地表面からの共振周波数の正弦波3波入力による加速度応答倍率6.1が過去の地震データをほぼ含んでいることを踏まえ、上記の地表面からの共振周波数の正弦2波入力（加速度応答倍率4.7）に相当する評価結果において、裕度が加速度応答倍率の比（ $6.1/4.7=$ ）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3（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。

以上のとおり、当機構もんじゅの開閉所設備及び変圧器については、いずれも裕度が上記の値を上回っていることから、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する。

5. 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。

当機構もんじゅの開閉所設備及び変圧器については、前項のとおり、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する。

しかし、福島第一原子力発電所の1号機及び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、不明な点もあり、東京電力において、その詳細評価が行われると聞いている。

今後、その評価結果に基づき、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