

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（報告）
（東海再処理施設）

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

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、東海再処理施設へ給電する当機構核燃料サイクル工学研究所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。

2. 指示事項

(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及び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 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地盤上で NS 方向、EW 方向及び 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 方向及び 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. 核燃料サイクル工学研究所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、核燃料サイクル工学研究所の開閉所設備について影響評価を行う（表 1）。

また、開閉所設備で受電した後に電圧を変換する変圧器設備があり、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倒壊及び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 核燃料サイクル工学研究所の開閉所設備における影響評価対象設備について

対象	電圧階級	仕様
東海再処理施設	154kV	真空遮断器(受電ユニット)

表 2 核燃料サイクル工学研究所の変圧器設備における影響評価対象設備*について

対象	変圧器名称	電圧
東海再処理施設	1号、2号変圧器	154kV/6.6kV

*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

核燃料サイクル工学研究所においては、開閉所設備と変圧器設備は一般産業施設と同等の耐震安全性を有する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、がいし設備の共振領域である 0.5~10Hz 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「変電所等における電気設備の耐震設計指針」による評価をまずは実施し、設計上の裕度(各部位の発生応力と許容応力との比率)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 $3m/s^2$ 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 $3m/s^2$ 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、ほぼ全ての地震データを包絡することができる。

(2) 変圧器設備

変圧器設備は、静的 $5m/s^2$ の入力で倒壊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、原子炉建屋基礎地盤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、変圧器本体は剛構造であり固有振動数が 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 5 m/s^2 を評価に用いることとしている。

6. 評価状況

4 項で抽出した核燃料サイクル工学研究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 核燃料サイクル工学研究所の開閉所設備に対する評価状況について

対象	電圧階級	仕様	裕度	評価部位
東海再処理施設	154kV	真空遮断器 (受電ユニット)	2.76	ブッシング架台部

表 4 核燃料サイクル工学研究所の変圧器設備に対する評価状況について

対象	変圧器名称	電圧	裕度	評価部位
東海再処理施設	1号、2号変圧器	154kV/6.6kV	2.21	基礎ボルト

ここで、評価結果の裕度に対する見方であるが、開閉所設備については、5. (1) における応答倍率 6.1 で過去の地震データをほぼ含んでいることを踏まえ、現在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、変圧器設備については 5. (2) において、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設備については、JEAG5003-2010 の手法にて評価した。

今後、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おり、その評価結果に基づく新たな知見の反映要否を含めて、別途最終報告することとしたい。

以 上