

平成 18 年 8 月

## 地震に係る確率論的安全評価手法の整備 ＝地震ハザードの試解析＝

### 要 旨

原子力発電所施設の安全性評価手法の一つとして、確率論的安全評価手法が有効であることが我が国でも認識されつつあり、外的事象の中で重要な地震に対する確率論的安全評価手法（以下「地震 PSA」という）の整備が急がれている。

地震 PSA の一タスクである地震ハザード評価に関しては、最大地動加速度の距離減衰式を用いた評価手法の整備に着手し、代表的サイト（サイト 1、2、3、4 の 4 サイト）の地震ハザードの試解析が行われた。そして、その時々最新の知見を取り入れ、半経験的波形合成法の地震ハザード評価への適用性の検討や加速度応答スペクトルの距離減衰式を用いた評価手法の検討が行われてきた。

本作業では、これらの手法整備の成果を受けて、上記の最新の知見を取り入れた地震ハザード評価手法を具体的なサイトに適用する詳細な検討を行った。

#### 第 I 編 半経験的波形合成法の地震ハザード評価への適用の検討

近距離断層からの地震動評価精度を向上させることを目的とし、海洋プレート境界型固有地震を対象に半経験的波形合成法により地震動を試算し、その結果を基にサイト 3 での地震ハザードの試解析を行った。

本検討では、平成 15 年度までに実施した波形合成法による計算ケースを補足する形で地震動評価を行うとともに、これまでに得られた地震動評価結果も含めて、考慮したすべての地震動評価モデルを表現したロジックツリーを作成し、サイト 3 でのハザード曲線を試算した。ま

た、平成 12 年度より平成 16 年度まで検討したサイト 3 に対する地震ハザードの試解析結果を集成し、半経験的波形合成法の地震ハザード評価への適用に関するまとめを行った。

以下に検討結果の概要を示す。

(1) 強震動予測に関する修正されたレシピに基づいて、海洋プレート境界型固有地震 (Z) 及び海洋プレート境界型固有地震 (YZ) の断層モデルを設定した。アスペリティの位置と面積 (実効応力に反比例) を変えた各地震 8 ケースずつの断層モデルを作成した。用いる要素地震波は 2 種類とし、半経験的波形合成法の一つである入倉の手法 (1997) でサイトでの地震動を合計 24 ケース計算した。

アスペリティの位置や実効応力の違いは結果に大きな影響を与え、アスペリティの位置が浅い場合 (サイト直下の場合) には、深い場合に比べて加速度が約 2 倍となった。アスペリティの実効応力を 2.3 倍 (面積は  $1/2.3$  倍) にすると、最大加速度は 1.1~2.0 倍となった。また、用いる要素地震波の違いも結果に大きな影響を与え、要素地震波に特定の地震の波を用いると、模擬地震波を用いたときに比べて、最大加速度が 1.6 倍程度大きくなるケースもあった。

(2) 本検討で計算された地震動と平成 15 年度までに算定した地震動評価結果 (38 ケース) を加えてロジックツリーを構築し、海洋プレート境界型固有地震 (Z) 及び海洋プレート境界型固有地震 (YZ) によるハザード曲線を算定した。また、海洋プレート境界型固有地震 (Z) や海洋プレート境界型固有地震 (YZ) 以外のサイト周辺で発生する様々な地震も考慮して、サイトにおけるフラクタイルハザード曲線を作成した。

作成された 50%フラクタイルハザード曲線は、平成 10 年度に PGA 距離減衰式を用いて評価したハザード曲線と比べて、年超過確率  $10^{-4}$  以上、30 年超過確率  $10^{-2}$  以上の範囲では同程度、それ以下の範囲では小さくなった。

(3) 半経験的波形合成法の地震ハザード評価への適用に関して、① 地震発生時系列モデル、② 巨視的断層モデル、③ 断層パラメータの設定方法、④ 要素地震、⑤ 波形合成手法、⑥ ラディエーションパターンの影響、⑦ 不確定性の区別、⑧ 建屋応答評価用の地震動作成手法 の各項目について、平成 12 年度より平成 16 年度までの評価結果に基づいて整理した。

## 第Ⅱ編 距離減衰式を用いた地震ハザードの試解析

サイト4の地震ハザード評価の高度化を目的として、中央構造線海域断層群のモデルや距離減衰式に関するアンケート調査により専門家意見を収集し、専門家意見を反映した暫定ロジックツリー（LT）を作成し、サイト4の地震ハザードの試解析を行った。

以下に成果の概要を示す。

### (1) 最新知見の整理

サイト近傍のテクトニクス等に関する文献調査を実施し、フィリピン海プレートの運動がサイト周辺の地震活動に大きく影響していることが分かった。また、安芸灘～伊予灘～豊後水道のプレート内地震、南海地震及び海域断層群の地震活動についての最新知見を整理した。

### (2) 距離減衰式の影響検討

地震ハザードに影響が大きいと考えられる震源に対し距離減衰式を用いて、サイトでの加速度応答スペクトル、最大地動加速度を算定した。その結果、地震発生様式を考慮した距離減衰式を適用することにより地震動のばらつきが小さくなり、地震ハザードが合理化されることを把握した。

### (3) 地震ハザードの感度解析

地震ハザードに影響が大きい海域断層群のパラメータを変動させて感度解析を実施した結果、地震ハザードに及ぼす影響が最も大きく変動幅が大きいのは、海域断層群の平均地震発生間隔や最新活動時期などの地震発生確率に関するパラメータであることを把握した。

### (4) 専門家へのアンケート調査結果

中央構造線海域断層群の地震発生モデル（セグメント、平均発生間隔、最近活動時期）及び距離減衰式に関し、我が国の地震及び地震動関係の専門家17名に対してアンケート調査し、専門家意見の分布を整理した。その結果、海域断層群の地震発生間隔や最新活動時期等の地震発生モデルに関する新たな考え方を把握できた。また、距離減衰式を海域断層群に適用する際、各セグメントが連動して活動することを考慮し、地震規模や断層距離の評価が必要であること等の知見を得た。

### (5) 地震ハザードの試解析

専門家意見を反映して暫定LTモデルを作成し、サイト4の地震ハザードの試解析を実施し、暫定的な地震ハザード曲線を得た。