

標準委員会 リスク専門部会 外的事象 PRA 分科会  
第3回 断層変位 PRA 作業会 議事録

1. 日 時：2018年2月16日（金）13:30-16:30
2. 場 所：電力中央研究所大手町本部 711 会議室
3. 出席者（敬称略）：

【出席委員】糸井主査、蛭沢副主査、神谷幹事、酒井幹事、青柳委員、奥村委員、小野寺委員代理（尾形委員）、織田委員、高尾委員、高木委員、田中委員、辻委員、中村委員、林委員代理（成宮委員）、原口委員、牟田委員、松村委員、吉田委員、渡邊委員、渡辺委員（20名）

【欠席委員】美原委員（1名）

【常時参加者】堤、高嶋（2名）

4. 配布資料：

RK6WG5-3-1 前回議事録（案）

RK6WG5-3-2-1 熊本地震の断層変位に関する知見

RK6WG5-3-2-2 確率論的断層変位ハザード解析（PFDHA）について

RK6WG5-3-2-3 断層変位に関する最近の話題

RK6WG5-3-3 性能規定化/階層化のサンプル作業の検討状況について

RK6WG5-3-4-1 断層変位 PRA 実施基準策定の基本方針（案）

RK6WG5-3-4-2 断層変位 PRA 実施基準 仕様規定版及び性能規定版の目次（案）

参考資料

RK6WG5-3-参考1：断層変位 PRA 作業会名簿

5. 議事概要及び決定事項等：

- (1) 前回議事録確認

提案通りの内容で正式議事録とした。

- (2) 話題提供

- ① 熊本地震の断層変位に関する知見（RK6WG5-3-2-1 /青柳委員）

熊本地震時の主断層、副断層の出現状況及び被害事例について説明があり、以下を共有した。

- 主断層、副断層の調査結果及び既存の断層分布図に基づく、今回の主断層からの離隔で整理する場合、比較的遠方まで50cm以上の副断層変位が検出されることとなるが、既存の活断層図で示される活断層からの離隔で整理すると、副断層の変位は他の検討事例と同様に指数関数的に減少する。

- 断層変位の距離減衰特性の評価に必要なデータベースの拡充については、衛星画像解析が有効な手法である。

② 確率論的断層変位ハザード解析 (PFDHA) について (RK6WG5-3-2-2 / 高尾委員)

PFDHA について、副断層評価を中心に変位アプローチと地震アプローチの考え方や評価方法、評価例、最近の研究内容について説明があり、以下を共有した。

- 主断層及び副断層に関する PFDHA 手法
- PFDHA における考慮すべき不確実さの例及びそれらを踏まえたフラクタイルハザード曲線の例、不確かさの幅
- 副断層のハザード評価における発生頻度や距離減衰特性に関連するパラメータの大凡のレベルと不確実さの範囲 (主断層から約 15km 以内の副断層が検討対象の目安)

③ 断層変位に関する最近の話題 (配布資料なし/奥村委員)

米国の断層のずれの予測と対策や 2016 年ニュージーランド・カイコウラ地震に関する説明があり、以下を共有した。

- 断層のずれの予測として、どれだけ動くか、どのように動くかを事前に把握し適切な防止策を取れば被害を防ぐことは可能 (デナリ地震のパイプラインの例)。
- カリフォルニアでは、人口密集地で Hayward 断層のずれによる構造物被害を防ぐため法令が整備され、断層通過地点付近では事前の活断層調査が義務付けられ、断層直上での建築が制限されている。またバークレースタジアムでは断層変位対策が実施されている。
- 2016 年ニュージーランド・カイコウラ地震について、複雑かつ不規則な断層活動が見られ、断層のずれの予測の難しさが指摘された。原子炉施設についても、これまでの知見に囚われずに広い視野で網羅的な地形・地質調査と予測を行う必要がある。

(3) 地震 PRA 標準改訂作業における性能規定化等の検討状況について (RK6WG5-3-3 / 林委員代理)

地震 PRA 標準の改訂作業では性能規定化検討に取り組んでおり、本作業会の今後の標準原案作成作業に参考となるので、地震 PRA 作業会の検討状況の説明を受け、以下を共有した。

- 地震 PRA 作業会では、具体的な検討としては、ASME の標準を参照にしつつ性能規定化・階層化した改訂案を検討
- 全体的な構成としては、現行標準の手順的構成を維持しつつ、各節内に HLR (High

Level Requirement) と SR(Support Requirement)を記載

- 実施基準に関するフローは規定せずに、各構成要素の関係を図示する方向で検討中
- 日本で主流となっている手法については、本文規定とするか、あるいは解説や付属書参考にするか等を検討中
- 地震 PRA 標準の整備体系については、案 1) 実施基準から事例的な内容をガイドラインとして技術レポートにする、案 2) 性能規定的な内容で地震 PRA 標準を新に作成し、残り部分をより仕様規定的な内容に修正して実施基準作成の 2 案について検討中

C: 断層変位 PRA 実施基準の作成工程を考えると断層変位側が先行する可能性もある。同じ外的事象 PRA 分科会の傘下なので、情報共有を密にしていくことが必要。

#### (4) 断層変位PRA実施基準の策定方針等について（蛭沢副主査、神谷幹事）

##### ① 断層変位PRA実施基準策定の基本方針（案）（RK6WG5-3-4-1 /神谷幹事）

- 基本方針として、断層変位による原子力発電所へのリスクを定量評価し得る手法体系を明確化すること、早期に実施基準の全体像を掴むこと、地震と断層変位の重畳を考慮したPRA実施基準とするために両者を整合させること等が確認された。

##### ② 仕様規定版及び性能規定版目次案（RK6WG5-3-4-2/蛭沢副主査）

- 地震PRA実施基準（2015）に基づいて作成された目次案が紹介された。

Q: 基本方針（案）中に設計方法の内容があるが、設計方法記載の位置付は？

A: 断層変位PRAを踏まえて、変位に対する対策工を含める必要があると考えた。

C: 断層変位PRAに応答係数法を適用する場合、ベースとなる方法がないため、先ずPRA評価の前提条件や考え方を明記する必要がある。

C: 断層変位ハザード評価手法において、領域震源モデルが提案されていない現状であるが、不確実さの観点から簡易なモデルを整備し、実施基準に記述する必要がある。

#### (5) 次回日程、その他

- 次回作業会 2018年4月11日（水）13:30～16:30、場所：電中研究本部 711 会議室
  - 話題提供：断層変位 PRA 手法の開発等実施基準策定に繋がる話題の紹介（電中研エネ庁受託 PRA 基盤整備事業の内容）
  - 断層変位 PRA 実施基準策の進め方について
- 次々回作業会 2018年6月12日（火）13:30～16:30、場所：電力中央研究所本部 8 階 NRRC 大会議室

## 6. 議事詳細

### (1) 定足数の確認

議事に先立ち委員 21 名に対して、出席者 20 名（うち 2 名代理）で定足数（2/3 以上）を満たしている旨確認された。

### (2) 前回議事録確認

提案どおりの内容で正式議事録として承認された。

### (3) 話題提供

#### ① 熊本地震の断層変位に関する知見 (RK6WG5-3-2-1 /青柳委員)

#### ○ 熊本地震による主断層、断層データベース、INSAR による断層変位評価について

Q: 国土地理院による活断層と地表地震断層の図 (P17) は、熊本地震前に調べた情報と地震後の情報を比較したものと考えてよいか。

A: 活断層図の方は、地震後に再評価されたものであるが、その評価は地震前の情報（空中写真）に基づくものである。

Q: P22, 23 の横軸の基準となっている活断層は、地震前に調べた情報と考えるよいか。

A: 地震前に知られていた情報である。「新編日本の活断層」(1991)に掲載された活断層のうち、P22 は布田川・日奈久断層からの距離で整理している。一方、P23 は同じく既知の活断層のうち、もっとも近い活断層からの距離で整理している。

Q: 敷地内に主断層がある場合の評価はどうか。つまり、本作業会で検討する PRA の対象を原子炉建屋や重要施設以外とした場合、主断層の評価も必要になるではないか。主断層の評価に必要な素地は揃っているのか？

A: 評価に必要な情報は原子力の場合は揃っている。

C: 震源を予め特定しにくい地震であれば、原子炉建屋等の重要施設下にも存在する可能性はありうる。

Q: 実施基準策定という観点で、熊本地震も調査データは出尽くしたと考えてよいか、新たな知見が出ることはあるのか。

A: 調査はほぼ終わったと思うが、データの解釈等に関する報告は今後も発表される可能性はある。

#### ○ 東海大阿蘇キャンパス校舎 (S48 年築、旧耐震指針) の被害事例について

Q: 同校舎の地震被害は、動的破壊、静的破壊いずれによるものか。

A: 地震による全体的な外力による損傷（地震動と断層変位）と考えられるが、詳細は不明。地盤の傾斜によるせん断破壊という見方もある。

## ② 確率論的断層変位ハザード解析 (PFDHA) について (RK6WG5-3-2-2 /高尾委員)

Q: データを増やすという観点で、地殻内のテクトニクスの場合の与え方や数値解析の Verification&Validation 等実施が難しい課題もあるが、数値解析の活用の可能性はどうか?

A: 可能性に関する回答にならないが、数値解析による補完の試みは実験よりやり易い。Validation に用いる量として、電中研の模型実験の結果を正規化 (被覆層内の断層角度の tangent) して再現性を検討するという方法が有効であった。

## ③ 断層変位に関する最近の話題 (奥村委員)

Q: アルキストプリオロズン法の適用において、副断層は考慮されているか?

A: 副断層の発生は考慮されていない。主断層の分岐や屈曲を主に考えて設定されており、活断層が見つかった場合、断層から 50 ft 離すことになっている。

Q: ニュージーランドの典型的な活断層の平均的な活動間隔はどの程度か?

A: アルパイン断層は約 300 年/回 (プレート境界の主断層)、ホープ断層は 200~300 年/回 (M7 ~M8 クラス)、プレート境界から派生する地殻内の断層は 500 年程度/回、カイクウラ地震の断層は 100、200 年より長い。日本の典型的な活断層と比べて 1 桁短い (ニュージーランドの歴史記録は約 250 年 (250 年前以降のものは分かる))。

Q: 過去に知られていない断層の活動があったというのは、断層変位ハザード評価特有の課題と考えるべきか、地震ハザード評価とも共通する断層調査上の課題か?

A: カイクウラ地震の断層活動は副次的なものではなく、それぞれの断層が主断層の振る舞いをしたと考えられる (活動度の高いものは調査が可能)。新規の断層ということではないようだ。日本で議論があるような副断層のところにカイクウラのような断層が出るという指摘はないだろうが、地形・地質的な痕跡が残らない (予想していなかった) 断層や分岐・屈曲するようなものに対しては、原子力発電所の調査時に広い視野で、網羅的な地形・地質調査が必要と考えられる (福島県浜通りの地震の断層にも通じるものと考えることが必要)。

C: 設計で対応できないような変位の領域はあるだろう。しかし、したがってリスク評価に取り込む必要があるということ。そのロジックが求められている。

Q: 2016 年ニュージーランド・カイクウラ地震について、データベースに基づく評価は行っているのか。また、評価の動きはあるのか。

A: データベースに組み込む作業は行われているが、PFDHA の評価は誰も行ってないのではないか。

C: カイクウラ地震の挙動や性状、評価の位置付けや課題については共通認識が必要。

A: 活動性の高い断層は、断層のすべり挙動の予測や FEM を用いた動的解析は可能であり、解析例もある。一方、副次的な断層は、地形や地質の痕跡が残っておらず、予測は難しい。データベースを用いる等して平均的な評価が必要。

地震PRA標準改訂作業における性能規定化等の検討状況について及び断層変位PRA実施基準の策定方針等についての議論については、5. 議事概要及び決定事項等に記載のとおり。

以上