

標準委員会 リスク専門部会 外的事象 PRA 分科会  
第 5 回 断層変位 PRA 作業会 議事録

1. 日 時：2018 年 6 月 12 日（火）13:30-17:10
2. 場 所：電力中央研究所大手町本部 8 階 NRRC 大会議室
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、大竹委員、奥村委員、織田委員、佐々木委員、高尾委員、高木委員、田中委員、辻委員、中村委員、原口委員、松村委員、美原委員、吉田委員、渡辺委員、渡邊委員（20 名）  
【常時参加者】秋葉、梅木、堤、成宮、藤井、湯山（6 名）  
【オブザーバー】壇（1 名）  
【欠席委員等】牟田委員、小野寺常時参加者、高嶋常時参加者、福嶋常時参加者
4. 配布資料：  
RK6WG5-5-1：前回議事録（案）  
RK6WG5-5-2：人事について  
RK6WG5-5-3：断層変位の検討  
RK6WG5-5-4-1：断層変位PRA実施基準本文作成の検討現状  
RK6WG5-5-4-2：日本原子力学会標準 断層変位PRA実施基準20XX  
RK6WG5-5-5-1：附属書XX（参考）2016年熊本地震に伴う地表地震断層の特徴  
RK6WG5-5-5-2：5.4断層変位ハザード解析（FDHA）に関するUSGSほかの取り組み  
RK6WG5-5-5-3：別添D 断層変位PRA実施基準の附属書(参考)・解説の内容及び担当者（案）  
RK6WG5-5-5-4：附属書6-1（参考）断層変位ハザード評価の定義位置（コントロールポイント）の考え方  
RK6WG5-5-5-5：附属書E（参考）断層変位ハザード評価関連情報の収集及び分析  
RK6WG5-5-6-1：断層変位PRA実施基準の附属書（参考）担当分の経過報告  
RK6WG5-5-6-2：断層変位PRA標準附属書記載内容案 フラジリティ関連分  
RK6WG5-5-6-3：附属書7-2（参考）断層変位に対する建屋フラジリティ評価例  
RK6WG5-5-6-4：附属書7-1（参考）断層変位評価に関するフラジリティの検証例  
RK6WG5-5-6-5：附属書D（参考）国内外の震害事例  
RK6WG5-5-6-6：附属書XX（参考）2016年熊本地震での被害の特徴  
RK6WG5-5-6-7：（新規）附属書5.2（参考）対策事例  
RK6WG5-5-7-1：附属書K（参考）事故シナリオの概括的な分析及び設定における広範な事故シナリオの例  
RK6WG5-5-7-2：断層変位PRA標準（事故シーケンス関連）  
RK6WG5-5-参考 1：断層変位 PRA 作業会委員・常時参加者名簿（2018 年 6 月 12 日現在）

## RK6WG5-5-参考2：第10回外的事象PRA分科会議事録（案）

### 5. 議事概要及び決定事項等

#### (1) 前回議事録確認

「6.議事詳細」の質問者、回答者等の個人名を削除した上で、提案通りの内容で正式議事録とした。

#### (2) 人事案件

尾形委員（東北電力）の退任が報告され、新任委員として大竹委員候補（東北電力）の選任提案があり承認された。

常時参加者として、梅木氏（電力中央研究所）、湯山氏（電力中央研究所）の登録が承認された。

#### (3) 話題提供

##### ① 断層変位の検討（RK6WG5-5-3 / 壇オブザーバー）

運動学的アプローチ及び動力的アプローチによる断層変位の検討について説明があり、以下を共有した。

- 本検討は、主断層を対象とした検討。
- 運動学的アプローチとして、地表地震断層極近傍における強震動及び永久変位の評価のための地表面から震源断層までの断層全体を含めたモデルの考え方。
- 2016年熊本地震における地表地震断層近傍の地震観測記録（益城町、西原村）の再現解析を通した手法の検証。
- 仮想断層を用いた、地表面まで含めた場合と含めない場合の強震動及び永久変位の評価結果の比較。
- 動力的アプローチとしての震源モデル、解析結果（最終すべり量分布、変位・速度波形）、地表変位量の比較。

#### (4) 標準原案 本文作成状況（RK6WG5-5-4-1～2 / 蛭沢副主査）

断層変位PRA実施基準本文作成の検討状況について説明があり、以下を共有した。

- 表紙、まえがき等の各項目は、本文作成と並行して行う。地震PRA実施基準を参照する。
- 目次、1章～3章の各項目は、本文作成と並行して行う。地震PRA実施基準を参照する。
- 4章～9章の各項目は、ハザード部分を除いて、地震PRA実施基準の枠組み・内容を参照する。
- ハザードに関しては、地震ハザードと断層変位ハザードのアルゴリズムが異なる。

ることから、断層変位 PRA 特有の項目を考慮する必要がある。断層変位 PRA の蓄積が少ないので、条件を限定したうえでの検討を進めていく。

- 4章～9章において挙げた断層変位 PRA 特有の項目は、断層変位 PRA 実施標準の必要性・有用性を示すものであり、標準委員会等において地震 PRA との違いを問われた時に積極的に説明すべき内容である。

Q：PFDHAについては、地震アプローチと変位アプローチの二つの考え方・評価方法があるので、これらを記載していく必要がある。

A：附属編には記載してあるので、それらを本文に記載することで検討を行う。

C：どちらの評価法も使用できるように、両方とも記載しておくのがよい。

C：地震PRAとは異なる観点で、断層変位PRA実施基準として絶対に何を書かなければいけないのかを検討することが大事である。

C：附属書の作成を進めながら、ご指摘の観点で本文にフィードバックできるように検討を進める。

C：今回は全体のボリューム感をつかむために提示しているが、次のステージでは、断層変位特有の項目を明確にする必要がある。特有のものを考慮して、附属書（参考）の作成を進めることが必要。

Q：断層変位PRAでは、変位と地震動との重畳を最初から考えるのか、それとも変位だけの影響を考えるのか。明確にしておくべき。

A：変位と地震動との重畳は、実現象としてはその通りであるが、今回の基準では、まずは断層変位単独という前提で考えていくことがよいのではないかと。ただし、変位と地震動との重畳については、解説に留意事項等を記載することが必要である。

C：例えば、地震PRA実施基準において、断層変位と津波の実施基準を引用規格として記載してもらい、断層変位PRA実施基準は断層変位単独の基準とするなど、全体像を考える必要がある。

C：方法論としては、解説に理由を明確に書いた上で、適用範囲で絞ることも可能。また、まえがきでは、本基準のねらい・理由等を明確に記載した方がよい。

Q：本文規定としては、もっと減らした方がよいのではないかと。例えば、P.41留意事項などは、本文よりも附属書にした方が内容として適切である。

A：ユーザーのことを考慮すると、他基準を引用するよりも本基準単独で評価できるようにした方がよいとも考えられるが、他基準を引用する記載としても特に問題ないと考える。

C：次回作業会では、各分担で検討したものを持ち寄り、内容についてレビューした方がよい。

Q：格納容器機能喪失については、方針としてどうするのか。今回は炉心損傷を主状態として評価するのか。格納容器破損まで含むのか。

A：基本的には、レベル1.5までと考えている。地震PRAと同様に格納容器機能喪失のシナリオまでと考えている。

(5) 標準原案 附属書（参考）・解説作成状況（RK6WG5-5-5-1～5, 5-5-6-1～7, 5-5-7-1～2 / 各委員）

断層変位 PRA 実施基準附属書（参考）・解説の作成状況について、各項目の担当委員より説明があり、作成状況が確認された。

C：RK6WG5-5-5-1：タイトルは、例えば、断層変位の記録の留意点など、標準として適切な表現にすることが必要。

Q：RK6WG5-5-5-2：ユッカマウンテンの例も入れることがよい。

A：検討する。

C：RK6WG5-5-5-3：各国の規制における扱いについては、書き方を吟味していくことが必要。

C：RK6WG5-5-5-3：IAEAの部分については、高尾委員と調整が必要。

C：土木フラジリティの記載については、センター共研の成果等（土木学会大会に発表）の記載方法をセンター共研の幹事会社（東北電力）と検討を行う。

C：フラジリティ評価事例としては、JANSI報告書の評価事例を一件一葉の形で作成していくことが必要。

C：検討が進捗した段階で、作業会内で各委員の担当箇所をシャッフルしてレビューを実施したい。

(6) その他（次回日程等）

○ 次回作業会 2018年8月20日（月）13:30～16:30

場所：電力中央研究所本部7階711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

「6.議事詳細」の質問者、回答者等の個人名を削除した上で、提案通りの内容で正式議事録として承認された。

(3) 話題提供

① 断層変位の検討 (RK6WG5-5-3 / 壇オブザーバー)

○ 運動学的アプローチによる断層の設定法

Q: 松田式によるすべり量は、地表の変位として使ってよいのか。

A: データ自体は地表のすべり量が多い。松田式はだいたい地表のデータか少し下側に線をひいているため、そんなに外れてはいない。

Q: 大すべり域と小すべり域が段状になっているが。

A: 地表に不連続が出てくるが、面的な評価も実施した上で、最終的には連続的な変位の評価ができるよう考えている。

Q: 松田式と従来のレシピでの式とは、つながっているのか。

A: これは、つながっていない。バラバラである。本来整合すべきだが、それぞれのデータで分析した結果なので一致しない。入倉・三宅式では、すべり量は若干小さくする。熊本地震の検証では、地質調査結果のすべり量をターゲットとしている。

Q: 地震動と変位の組合せは、断層に近いとほぼ同時となる。15km 位をひとつの閾値と考えているが、同時にこないことをどれくらい離れたらいいのか、悩んでいる。

A: 今回の説明は、主断層の検討。地震波の到達よりも破壊が伝わるのは遅い。地震波が到達した後に応力状態が変わって、副断層が動くということになるのでは。

Q: 深部断層と浅部断層は同じメカニズムで破壊するのか。深部破壊の結果として浅部が破壊するのか。浅部は柔らかいが、断層面を一義的に決められるのか。

A: 深部破壊の結果として浅部が破壊する。基本的に上と下は一緒と考えている。上が1本でなく、分岐のようにになっていることが結構あるが、このときに下側をどう考えるかは難しい。極浅いところは、地震としてのひずみエネルギーは蓄積できないと考えられるため、浅いところはふんばれないという前提である。

Q: 熊本地震では、地表で横ずれ断層と正断層が分岐しているような例も報告されているが、本検討ではそこまで詳細な前提のモデルとはなっていないということでしょうか。

A: その通り。

○ 2016年熊本地震による設定法の検証

Q: 益城町の変位波形は、深部断層だけと深部断層+浅部断層ではあまり変わらないが、西原村の変位波形が浅部断層を考慮しないと合わない理由は何か。

A: 益城町は、大すべり域から離れている。2km程度離れると浅い側の影響はあまりでてこない。

Q: 浅部の固有周期がワンパルスの周期と一致しているため、変位が大きくなっているとの理解でよいか。

A: 速度パルスの周期は、構造の卓越周期がでてくる。永久変位については、あまり表

層の影響はなく、構造の影響はほとんどない。

○ 仮想断層の事例

Q: 永久変位に関して論文化の予定はあるか。

A: 今後検討する。

Q: 断層変位データベースと松田式は対応するのか。

A: 日本の地表地震断層の変位量を分析した結果、松田(1975)の地震規模と断層変位量の関係式は、地表におけるすべり量の最大値を予測する式だと考えている。2016年熊本地震の地表における断層変位量の最大値は松田式で概ね説明できる。

Q: 土木学会の断層変位 WG では、熊本地震の評価には土木側としての課題は特にないと聞いている。入倉手法では、断層長さをどのように考えるかによって、合ったり合わなかったりする。断層長さは、いくつと考えられているのか。

A: 熊本地震では、断層長さについては松田式と合っていないと考えられる。M と D の式は合っている。

C: 松田式のデータはばらつきが大きい。設計であれだけのばらつきを評価することは難しいと思われる。

○ 2016年熊本地震の追加検討

Q: 大すべり域のごく表層だけをすべり量 2m としても結果は変わらない。これを何か定式化する必要があるのではないか。

C: これは主断層の話である。この主断層が動いたときに副断層がどう動くのかが問題である。

C: データがたくさんあれば副断層の変位を M の関数とすればよいと思われるが、今は副断層の変位量を主断層の変位量で規準化して M の影響を消すという形でデータ量を増やして回帰している。

C: 主断層の変位量をベースにして副断層の変位評価につなげていくのがよいのではないか。

Q: 熊本地震は、断層長からすると断層変位は小さかったという印象をもっているが、如何か。

A: 確かに、熊本地震の変位量は断層長から見れば小さめではあったと思われる。(松田ほか(1980)では、 $D=10^{-4}L$ )

C: 主断層の変位をベースにして副断層の変位を評価するのであれば、熊本地震に対して松田式をどう評価するかが重要になってくる。

C: 熊本地震は、松田式をベースにしてもそのばらつきの中に入っていると考えることができる。

Q: 断層変位について、本検討を地震基盤から地表までの増幅をどう考えるかの手掛か

- りにしたい。主断層については、レシピから設定される地中のすべり量と松田式等の比をとれば、それが地震基盤から地表の増幅に概ね相当すると理解すればよいか。
- A：そのように考えればよい。レシピをベースに浅い側や副断層などいろいろなことを考えていった方が、断層破壊のシナリオは考えやすいのではないと思われる。
- Q：これは主断層の話。副断層が全て下からくることになれば、根なしの副断層はないことにならないか。副断層について、地震基盤等からの伝達を考えることはできるのか。
- A：物理的に根なしの副断層をどう評価するかは難しいので、副断層は統計的に処理した方がよいのではないか。物理でやるのはかなり難しい。
- Q：深部断層の影響で浅部断層への影響がでてくる。副断層も深部断層の影響を受けることになるので、主断層とは別の位置にあるときでもテクニカルには評価可能なのではないか。
- A：主断層がすべったことにより応力状態が変わって副断層が動くと考えerことは可能だが、物理現象として評価することは難しい。

断層変位PRA実施基準本文作成状況及び附属書（参考）・解説作成状況については、5. 議事概要及び決定事項等に記載のとおり。

以上