

## 第5回核燃料施設リスク評価分科会議事録

1. 日 時 2015年2月23日（月） 13:30～16:40
2. 場 所 電力中央研究所 大手町ビル7階 第4会議室
3. 出席者（敬称略）
  - （出席委員）村松主査，吉田副主査，眞部幹事，浅沼，阿部，石田，関根，高橋（美原代理），武部，橋本（～15:00），平野，藤田（12名）
  - （欠席委員）糸井，美原，牟田，山中（4名）
  - （出席常時参加者）内山，河野，高梨，高橋（委員代理として出席）寺山，松岡，松村，吉田（委員代理出席を除き7名）
  - （傍聴者）柿木（原子燃料工業），古賀（原子燃料工業）（2名）
4. 配付資料
  - RK5SC5-0 リスク専門部会 第5回核燃料施設リスク評価分科会 議事次第
  - RK5SC5-1 第4回核燃料施設リスク評価分科会議事録（案）
  - RK5SC5-2 米国の核燃料サイクル施設に対するISAおよびMOX燃料加工施設のリスク評価
  - RK5SC5-3 簡易的な地震リスク評価に援用可能な情報に係る調査の経緯
  - RK5SC5-4-1 林 他，「耐震診断結果を利用した既存RC造建築物の地震リスク表示」，地域安全学会論文集 No.2，2000.11
  - RK5SC5-4-2 村尾，山崎，「震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数」，日本建築学会構造系論文集 第555号，189-192，2002年5月
  - RK5SC5-4-3 2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準 同解説＜解説第3章（抜粋）＞
  - RK5SC5-5-1 標準の構成案と検討課題（改1）
  - RK5SC5-5-2 ソースタームの詳細評価に係る標準の構成，実施基準と解説（案）
  - RK5SC5-6 吉田論文へのコメント
5. 議事概要及び決定事項
  - (1) 前回議事録（案）の確認（RK5SC5-1）

前回議事録（案）について承認された。
  - (2) 内の事象を対象としたISA手法について（RK5SC5-2）

吉田副主査より，米国の核燃料サイクル施設に対するISAおよびJAEAで整備したMOX燃料加工施設の内の事象のリスク評価手法について説明があった。ISAのような指数による概略評価を基準にどのように取り込むかは，引き続き検討を進めることとした。
  - (3) 地震被害に基づく経験的な脆弱性評価について（RK5SC5-3，RK5SC5-4-1～5-4-3）

村松主査より，簡易的な地震リスク評価に援用可能な情報に係る調査の経緯及び今後の進め方について説明が行われた。また，高橋委員代理より，国内の震害記録に基づく一般建築物の損傷確率の評価の事例，構造耐震指標（Is値）の概要について説明が行われた。

耐震診断を用いた方法を標準に組み込む方向で検討するのであれば，別途専門グループを作って検討する必要があるとの指摘を受け，進め方について検討することとなった。また，機器

の簡易的な損傷確率評価手法についても検討を進めることとなった。

(4) 再処理施設の蒸発乾固事故の解析手法のレビュー結果 (RK5SC5-6)

松岡常時参加者より、第3回分科会で吉田副主査から説明のあった再処理施設の蒸発乾固事故の解析手法 (RK5SC3-3) のレビュー結果が報告された。レビュー結果を受け、説明が不足している部分については追記すると共に、説明不足により十分に理解されていないことに起因したと考えられるコメントおよび、現象に対する理解相違点について、分科会の場で改めて議論することとなった。

(5) 蒸発乾固事故を例にしたソースターム詳細評価に係る実施基準の構成、標準本文と解説での記述内容について (RK5SC5-5-1~5-5-2)

吉田副主査より、目次案の改定および、蒸発乾固事故を例にしたソースターム詳細評価に係る実施基準の構成、標準本文と解説での記述内容の説明があった。今回示した標準案は、コメントを反映して改訂するとともに、今後の分科会での検討結果を基に、具体的に記述できる箇所から順次文書化を進めることとした。

(6) その他

第6回会合は以下を予定。

日時：3月18日(水) 13:30~17:00

場所：電力中央研究所 大手町ビル7階 第4会議室

## 6. 議事詳細

議事に先立ち、吉田副主査から開始時点で委員15名中、12名の出席があり、分科会成立に必要な2/3以上の定足数を満足している旨、報告された。

(1) 前回議事録 (案) の確認 (RK5SC5-1)

前回議事録 (案) について承認された。

(2) 内の事象を対象とした ISA 手法について (RK5SC5-2)

吉田副主査より、RK5SC5-2 に基づき、米国の核燃料サイクル施設に対する ISA および JAEA で整備した MOX 燃料加工施設の内の事象のリスク評価手法について説明が行われた。主な質疑は以下のとおり。

Q: NRC の ISA で示されている頻度指数等は、加算により頻度を評価することになっているが、これは機器の故障率等を根拠に導き出した指標か。

A: NRC よりこれら指数を策定するに当たり参照した信頼性データベースは入手しているが、導出のプロセス、判断の過程などに係る資料はない。JAEA では独自に導出過程の追試を試みている。人的過誤の追試では概ね再現できたが、機器故障率については必ずしも再現できていない。追試の概要は機会があれば本分科会で紹介したい。

C: 標準では、適切な専門家が評価すれば同じような結果になるようにすることが望ましい。既存の PRA 標準でも、専門家判断の必要性は認識され、その活用の仕方も定められている。今後このような指数の決め方についても検討することとしたい。

Q: 機能レベル FMEA は、内の事象のハザード分析を想定しているが、地震のような外的事象の分析にも適用できるのか。

A: サブシステムの構成品の故障モードの代わりに、地震時の損傷モードを取り込めば外的事象

にも対応できると考える。さらに、簡易的な地震ハザードやフラジリティ評価が可能になれば、機器やシステムの機能喪失確率のオーダ評価が出来るので、指数を用いたような発生頻度の概略評価も可能と考える。

C：FMEA手法は、網羅性において劣るように思う。網羅性を確保するための考慮についても標準に含めて欲しい。

Q：MOX燃料加工施設の概略的な発生頻度評価では、故障率等を指数表記したときの指数部を加算することで発生頻度を評価しているが、仮数部によっては結果に±3の幅のバラツキを生む、仮数部をすべて1.以下にするのであれば、保守的な評価になるから納得できるが、どのように設定するのか。

A：ご質問の主旨はもっともと思う。具体的な評価でどのように設定したかを確認して後日回答したい。

C：NRCの故障頻度指数の証拠基準から推察すると、1桁高く設定しているようだ。

Q：機器の故障データは、収集するのが難しい。故障データが無いときはその間の故障回数を1/2にするような、ベイズ推定手法的なデータの処理をしているのではないか。

A：NRCの指数導出に係る資料、情報は把握していない。

C：指数のみを示すのではなく、基礎的なデータからどのように指数を決めるかその手順を示すことが必要と考える。

C：根拠となる故障率データがあるのであれば概略評価だからといって指数にする必要は無い。その値をそのまま使えば良い。

C：概略評価の結果を基にリスクマトリックスのような形で整理し、リスクの相対比較で事象の選別等を行うのであるから、指数を使うのか、故障率を使うのか評価のベースは揃えた方が良いと考える。

C：ISAのような指数による概略評価を基準にどのように取り込むかは、引き続き検討する。

(3) 地震被害に基づく経験的なフラジリティ評価について (RK5SC5-3, RK5SC5-4-1~5-4-3)

村松主査より、RK5SC5-3に基づき、簡易的な地震リスク評価に援用可能な情報に係る調査の経緯及び今後の進め方について説明が行われた。また、高橋委員代理より、RK5SC5-4-1~5-4-3に基づき、国内の震害記録に基づく一般建築物の損傷確率の評価の事例、構造耐震指標(Is値)の概要について説明が行われた。主な質疑は以下のとおり。

Q：Is値は、経年劣化も考慮しているという理解で良いか。地震PRAでは、高経年化によって性能が低下することのないように耐用年数を考慮した設計及び検査等で管理されていることを前提としつつ、プラントウォークダウンで評価することとなっている。

A：耐震診断は、そもそも耐震基準が変わっていく中で不適合になっているものについて、耐震性を向上する必要があるかを判断するためのものであり、経年的な変化を十分に考慮する必要がある。

Q：第3次診断法は決して簡略法ではないような気がする。

A：一般的には第2次診断法が用いられている。

Q：Is値で評価した方が、それ以外のものよりはフラジリティカーブのばらつきは再現性がよくなる、或いは、ばらつきが小さくできるということか。

A：フラジリティそのもののばらつきは、少しは小さくなっていると思う。

C：紹介いただいた一般建築物のフラジリティをそのまま使うのではなく、個別プラントとしての

評価が必要であると考える。

- A: ご指摘の通り、個別プラントの評価法として、耐震診断の手法を活用するのが有効ではないかと考えている。
- C: より大きな地震に対して耐震診断の手法を用いる場合には、被害データがないため注意が必要と考える。
- A: 観測された領域が数多くある場合にはIs値とフラジリティとの関係がかなり分かかってきており、そのような意味でIs値は根拠がある。より大きい地震動に適用する場合には、確かに被害データは少ないが、少なくとも今までの加速度のみで損傷確率を評価する方法と遜色ない根拠があると言えるかもしれない。
- Q: 今後、標準において推奨する評価方法の一つとして、耐震診断の方法を積極的に活用するという可能性や活用に向けた検討事項があれば、ご意見をいただきたい。個人的には、地震PRA標準の手法との関係がどうなっているかを検討することが必要と考えている。
- C: 耐震診断を用いた方法を標準に組み込む方向で検討するのであれば、現在の分科会メンバーから数名を選定して検討するのではなく、別途専門グループを作って検討する必要がある。
- A: 進め方について検討する。
- Q: 機器の損傷確率についてはどのように考えるのか。
- A: 機器についても今後検討が必要である。調査を始めたところであるが、機器の統計データはそれほど多くないため、別の調べ方が必要と考えている。
- C: ウラン加工施設は機器数も少ないと思うので、地震動を設定して応答解析を行い、フラジリティ評価を行えば良いのではないかと。
- A: 軽水炉のフラジリティ評価は、設計で求められている評価部位に対して評価を行えば良いが、加工施設のように機器毎に評価部位が厳密に決まっていなかった場合は、新しく耐力評価手法を作るのは試行錯誤があり大変かもしれない。
- C: 影響が小さいのであれば、設備・機器は健全又は全損壊の何れかで判断し、建物の損壊状況に応じて、影響評価を行うという考え方もある。影響については別途説明をお願いしたい。

#### (4) 再処理施設の蒸発乾固事故の解析手法のレビュー結果 (RK5SC5-6)

松岡常時参加者より、RK5SC5-6に基づき、第3回分科会で吉田副主査から説明のあった再処理施設の蒸発乾固事故の解析手法 (RK5SC3-3) のレビュー結果が報告された。主な質疑は以下のとおり。

- C: ご指摘の大半は、モデルの限界等の説明が不十分であることに因るものであり基本的には「拝承」である。これらについては、今後の標準の解説の中での記述に追加していきたい。
- C: コメントのうちいくつかについては、説明不足により十分に理解されていない事によるコメントや、現象に対する理解とは異なる解釈が含まれているので、分科会で改めて議論する場を設けさせてほしい。
- C: 根拠とするデータのバラツキに対する考察、解析モデルの結果と実験結果との比較によるモデルの検証等が説明されておらず、解説としては、このような情報を含める必要がある。
- A: RK5SC3-3は、これまでの成果を集大成している。個々のモデルや相関式の導出を記述した原論文では、これらの分析、検証について記述している。これらを分科会での説明資料に含めるには限界があり、エッセンスのみを記述した。
- C: 原子力学会の再処理・リサイクル部会の核燃料サイクル施設シビアアクシデントWGでは、再

処理施設の専門家の視点で再処理施設の事故影響評価手法のレビューを行う予定である。そこでの検討結果も反映していきたいと考えている。

(5) 蒸発乾固事故を例にしたソースターム詳細評価に係る実施基準の構成，標準本文と解説での記述内容について (RK5SC5-5-1, RK5SC5-5-2)

吉田副主査より，RK5SC5-5-1および5-5-2に基づき，目次案の改定および，蒸発乾固事故を例にしたソースターム詳細評価に係る実施基準の構成，標準本文と解説での記述内容の説明があった。主な質疑は以下のとおり。

C：参考にしたレベル2PRA標準は現在改訂中であり，その書式の見直しも進めている。例えば，章あるいは節のタイトルに続けて説明文が続くような記述ではなく，最新の標準では下位の項を立てて記述する書式が取られている。標準の文章では実施する項目のみを記述し，目的，考え方などの説明的な内容は，付属書（参考）として分けて記述する書式を採用している。最新の形式に改訂する必要がある。

C：目次案には，分科会での議論の内容，標準に含めるべき項目を逐次追加して，今後何を優先して議論し，具体的に何を含めるかが一目で分かるようにしたい。関連する分科会の資料番号の欄があれば標準の検討過程のトレーサビリティが向上する。

C：目次案の中で，「ソースターム解析」の中に「エアロゾル移行解析によるLPF評価」とあり，そのあとに「五因子法による解析」とある。まず，五因子法に関する説明があった後にLPFに係る記述があるべきと思う。解析する者としては，五因子法の説明ののちに，因子として実験に基づく数値が示してあり，より詳細な評価が必要であれば計算コードによる解析方法もあるという順序が分かり易い。

A：詳細評価でのソースターム評価をまず記述して，詳細評価でも五因子法で代用できる場合は，そのときの因子の最適な選定の考え方を記述することを想定した。五因子法の概要は，ソースタームの概略評価で記述するつもりである。

Q：RK5SC5-5-2の資料のコメントは求めないのか？

A：細かい記述内容までは十分に検討していないが，構成や表現については，コメント頂きたい。

Q：前回までの構成案では，内的事象と外的事象のPRAの二本立てになっていたのを一つにまとめたとの説明があったが，再処理と加工を分けて書くようなことは考えないのか？

A：一連の評価手順としては，加工と再処理を分けることは想定していない。想定される事故の具体的な記述では，それぞれの施設で想定される事故を同じ重みで記述する事になる。今後標準の記述を充実する過程で示して行きたい。

Q：本日説明のあったISAは，どこに含まれるのか？

A：発生頻度の概略評価で記述する予定である。

Q：リスクマトリックスはどうするのか？

A：ISAのリスクマトリックスは，リスクが許容されるかの判断基準として使われるが，詳細評価対象事象の選別の方法の枠組みの一つの参考として標準に記述することが考えられる。MOXのPRAでの事象選別でのリスクマトリックスの利用と同じ使い方である。

C：原子力学会標準委員会の中の原子力安全検討会の原子力安全分科会で，発電用原子炉施設との関係も考慮した核燃料施設の安全確保の考え方の議論が開始されたが，そこでは2次元の安全目標の検討も予定しており，詳細評価の対象事象の選別の基準も検討されれば良いのではと考えている。

(6) その他

- ・第6回会合は以下を予定。

日時：3月18日(水) 13:30～17:00

場所：電力中央研究所 大手町ビル7階 第4会議室

- ・4～6月期の開催日調整のための参加者の都合調査への協力を後日依頼する。

以 上