

原子力耐震・構造研究センター

第 6 回 原子力耐震安全研究委員会 議事概要

1. 日時 平成 25 年 10 月 25 日（金） 13：00－16：45
2. 場所 新潟工科大学 原子力耐震・構造研究センター 地下 1 階 会議・演習室
（新潟県柏崎市藤橋 1719 番地）
3. 出席者
 - (1) 委員：高田 毅士 委員長、工藤 一嘉 委員、杉山 雄一 委員、山野 直樹 委員、
山田 哲治 委員、中山 里志 委員
 - (2) オブザーバー：出席なし
 - (3) 協議会構成員：長谷川 彰、原 利昭、中島 繁雄（以上、新潟工科大学）
高瀬 賢三、水谷 浩之（以上、東京電力）
蛭澤 勝三、高松 直丘（以上、原子力安全基盤機構）
 - (4) 事務局：8 人
 - (5) 傍聴者：3 人
4. 議事概要
 - (1) 第 5 回原子力耐震安全研究委員会議事録について（資料 1）

事務局から、第 5 回原子力耐震安全研究委員会議事概要（案）について説明があり、2 ページ目の『PAZ』の記載箇所に補足説明を加えることを確認した。さらに、意見がある場合は 11 月 1 日（金）までに事務局へ連絡することとし、了承された。また、議事概要が確認された後、ホームページに掲載し公表することとした。
 - (2) 新潟工科大学原子力耐震・構造研究センターにおける JNES の耐震安全研究の見直しについて（資料 2）

（冒頭、上記タイトルの発表前に、JNES の原子力規制庁への統合に関する報告が行われた。）

独立行政法人原子力安全基盤機構の原子力規制庁への統合に係る関連法案が、本日（10月25日）閣議決定され、来年3月1日（仮の統合日）を統合予定日として、現在開会中の臨時国会において審議される。JNESの研究部門は、原子力規制庁に入り、柏崎・刈羽地域での研究は継続する方向で検討されている。JNESは独立行政法人から規制庁に入るため、産学官の枠組みについては、協議していく必要がある。（JNES）

資料2に基づき説明があった。（JNES）

地元の立場として、発言させて頂きたい。原子力耐震・構造研究センターは、中越沖地震を契機として設置され、まもなく3年を迎える。この間、かなりの成果を上げていると認識している。国の枠組みが変わったとしても、今後もセンターとしてしっかり取り組んでいって頂きたい。（委員）

→ 今回の統合は、より良くするという方向のものである。また、研究テーマの見直しについては、津波、原子力リスクコミュニケーションという地元ニーズの高いものなどに特化していくというものである。JNESが規制庁に統合となるが、技術者集団として貢献していきたい。また、昨年、新潟工科大学がIAEAのドナー機関に登録され、この拠点が非常に重要視されている。（JNES）

（産官学の体制図について）最近、『産官学』という言葉は、あまり良くないのではないかと考えている。3つの立場があるという意味だと思うが、『産官学、「地元・住民・国民」』というのが大きなステークホルダーとして必要になってくると思うので、「地元・住民・国民」を入れた方が良い。体制図内の下に記載されているが、ほとんど対等な立場で地元の方に関わって頂いている。（委員）

→ 原子力安全の取り組みで重要なことは、市民参加型である点である。地元の特徴を生かした研究もあってしかるべきである。それに取り組んだ上で、国全体で安全研究を実施する場合にはどう普遍化するか、海外の方にも発信していくということである。（JNES）

(3) 原子力耐震安全研究委員会委員の紹介（資料3）

原子力耐震安全研究委員会委員に新たに就任された織委員、高橋委員、山野委員、中山委員について紹介がなされた。

(4) 共同研究の方針発表

① 構造物の経年劣化と耐震評価に関する検討（資料4-1）

資料4-1に基づき説明があった。（NIIT）

腐食・応力に関する研究の現状は、どのような状況か。（委員）

→ 応力腐食割れ自体の研究は多数なされているが、亀裂が存在する段階で繰り返し負荷

が加わる、いわゆる、地震動で亀裂がどの程度進展するのかについてはなかなか研究がなされていない。我々が、問題視しているのは、実験室レベルで SCC き裂を再現しようとする、試験時間の関係から短時間で再現するために高応力・高腐食条件下で行うために粒界進展型の SCC き裂を対象とした研究のみになっている点である。我々としては、それではなく、実機で実際に存在が確認されており、分岐屈曲しているき裂を対象としており、非破壊検査でもかなり難しい対象である。このようなき裂は検査時に寸法を確定することが難しく、地震動によりどのようなようになるかは非常に重要な問題だが、実験が難しい。(NIIT)

→ 私たちの命題は、地震動下での亀裂がどうであるかであり、注目されているのは、「設計を超える地震動」、「設計を超える津波」である。命題は設計の領域ではなく、設計を超えた領域である。炉心損傷を起こすリスクを支配する地震動の範囲はPRA(確率論的リスク評価)でわかっており、その地震動の範囲で検討してほしい。(JNES: 蛭澤)

→ 300 度以下の温度域であれば、地震動の周波数は、材料学的にはそれ程、影響がないだろうということがわかっている。地震動のような大きな負荷が加わることを念頭においたのが、破壊力学パラメータであり、大規模な負荷を検討している。通常の弾性域のパラメータではなく、弾-塑性破壊力学のパラメータで、通常想定していないような大きな負荷が加わった時の亀裂の進展挙動を明らかにすることを念頭においており、今後もそのように進めていきたい。(NIIT)

FEM(有限要素法)のモデルに、物性の不均質はどのように入れているのか。(委員)

→ 物性の不均質は、入っていない。ミクロではなく、マクロな解析を行っている。応力腐食割れだと結晶の粒界を想定しているので、不均質性や不連続体としてモデル化し解析しなければならないが、その後の疲労き裂・繰り返し負荷によるき裂は均質体として仮定し、第一近似ができると思う。実際は、不均質を入れなければいけないが、ハードルが2つ3つ上がってしまうため、まずは、分岐の影響を見た。(NIIT)

予防保全の考え方からすると、FEM(有限要素法)のシミュレーションは大切で、亀裂がどのように進展するか、ある程度、追えることは大切だと思う。特に、熱影響部(HAZ)のところの結晶の粒界のモデルを変えるなどして実際の溶接部材を模擬したようなものでモデルを精密化してはどうか。(委員)

→ 実際に配管の亀裂の進展解析を行う場合は、先生のおっしゃるような配管溶接部の構造を考えたシミュレーションになると思う。今回の我々の目的は、試験片レベルで分岐亀裂がある時にどのような力学的応力場で亀裂が減速するのか遅延するのか明らかにする前段階の基礎的な研究である。熱影響部(HAZ)の材料不均質性や応力が不連続になるところで多軸状態になるなど非常に複雑な問題がある。実機に今回の結果を適用するには、構造シミュレーションが必要となる。そのベースデータを取っているとご理解頂きたい。(NIIT)

② 地震・津波等外的事象に対する原子力防災システム TiPEEZ の柏崎・刈羽地域への適用
(資料 4-2)

資料 4-2 に基づき説明があった。(NIIT)

自治体として、一番大事なことは、住民避難をどうするかであるが、国・県の動きが鈍く、我々が動けない部分がある。全体の枠組みがまだ決まっておらず、大変であるが、少なくとも基礎データを入れないことにはどうにもならない。この部分について、先行して柏崎市の方で動いて頂いているが、刈羽村とも相談して進めて頂ければと思う。(委員)

→ 私どもも、その点を重視している。柏崎市の方で活用しているデータを TiPEEZ に反映する。刈羽村とも今後、連携をさせて顶きたい。(JNES)

→ 基礎データは重要な役割を果たす。時間はかかるかもしれないが、それぞれの地域が持っている現状の問題、想定しうる課題をすりあわせした上で進めさせて頂ければと思う。(中山)

→ 住民の意見を聞いて、改修していきたい。(NIIT)

市や村から頂くデータとはどのようなデータを提供頂いているのか。(委員)

→ 道路データや家の位置、避難所の情報などである。(NIIT)

8 月 20 日に(柏崎刈羽原子力発電所の透明性を確保する)地域の会に対して、TiPEEZ のデモンストレーションを実施し、アンケート調査を行ったところ様々なニーズにあった。それらについて、一昨日、中間報告を実施し、市民参加型で取り組んでいる。(JNES)

情報伝達を行う際、システム全体の中で携帯電話やスマートフォンは、どのように位置づけられているのか。(委員)

→ 現在、追加機能として、携帯電話を活用した安否確認を行うシステムを構築しているところである。前回の TiPEEZ 機能デモンストレーションでは、エリアメールと連携してほしいという意見もあった。(NIIT)

10 ページに新規課題の記載がある。様々な機能を追加してほしいというニーズは理解できるが、システム開発上、二つの方法があると思う。できるだけ単機能にする考え方と多機能にする考え方がある。多機能にすればするほど、ひとつ使えなくなってしまう場合、他の機能も使えなくなってしまうので、むしろ、機能追加ではなく別途、自立分散的なシステムを作っていくという考え方もあると思うが、どのように考えているか。(委員)

→ 携帯電話・スマートフォンは様々な機種があり、機種毎に仕様が異なる。それらに対応させるために、ソフトウェアを修正しなければならない面もある。多機能になりすぎ、難しすぎて使えないということも考えられ、緊急時の使い勝手の良さについても評価し、検討を進めていきたい。(NIIT)

→ 要援護者については、プライバシーの問題もある。TiPEEZ はひとつのシステムであるが、その中でもコアの部分とそれに付随してくる部分からなるという考え方も大事だと思う。(委員)

→ TiPEEZ は、既存の機能（防災システム）とどう連携していくかというコンセプトを持っており、ソフトが公開されている。「TiPEEZ はいつ実用化されるのか」、「いつ機能の開発が終わるのか」とマスコミから良く質問を受けるが、TiPEEZ の機能は完成している。あとは、地域の状況に応じ、地域のデータをどういれていくかのカスタマイズであり、いかに実効的なものにしていくかという次のフェーズに入った。マスコミからは、ルール自体についての質問も受けており、どう避難するかというルール作りを市と村にお願いしたい。（JNES）

→ 補足させて頂く。そのルールが一番大事である。いざ、避難となった場合、自分のエリアだけでは避難ができず、他の自治体、場合によっては他県に及ぶことから、ルールについては勝手に作る訳にはいかず、国・県の動向が必要である。出来る限り早くルールを作りたいと思うが、前提があることをご理解頂きたい。（山田）

福井の方でも取り組みがあるかと思うが、ご意見を頂戴したい。（委員）

→ コミュニケーションの立場から言うと、このようなシステムは非常に重要なものだと思う。柏崎での取り組みがどのように実装されていくのか期待している。広域避難については、一つの自治体ではできないということもあり、柏崎モデルがしっかりとできあがるか期待をしながら見守っていきたい。（委員）

③ 3次元床免震の性能確認に関する研究（資料4-3）

資料4-3に基づき説明があった。（NIIT）

上下動の免震の効き具合はどのように確かめているのか。それに関連して、ロッキングは、普通の免震とどう異なるのか。（委員）

→ 上下動に対しては、解析で確認している、観測記録を用いた比較・検討は今後行っていく。ロッキングについては、自分で水平を保つようなリンク機構という仕組みが備わっている。（NIIT）

→ 原子力に特化して言えば、建屋免震と機器免震がある。重量の関係から、建屋については、水平免震しか考えられない。鉛直免震は水平免震と異なり、対象とする周期帯が0.5～1Hz程度しかない。水平免震の場合は積極的に周期を長くすることで加速度を低減できるが、鉛直免震の場合は積極的に加速度を低減させるのではなく増幅をキャンセルするという意味合いがある。（JNES）

小梁に反力を取り、実施する実験は、動的に揺るのかあるいは静的に揺るのか。（委員）

→ 静的に実施する実験である。（NIIT）

(5) JNES 安全研究の NRA 新規制基準への反映状況（資料5）

資料5に基づき説明があった。(JNES)

福島の事故の時、非常用ディーゼル発電機が水没したということで電源喪失した。2号機、4号機のディーゼル発電機は、空冷で地上に設置されており、津波が来ても水をかぶらず、発電機自体は健全であった。しかしながら、非常用の電源盤が地下にあり、かつ1系統しかなかった。非常用電源盤を多重化して場所を変えるとといった検討はなされているのか。(委員)

→ 審査としては、そのようになっているかどうかを確認することが審査である。防水・耐水・避水という考え方がある。津波を避けるために高所設置を行う、地震や津波で設備が破損した場合には別のものに対応するという対処が極めて重要である。審査する上では、そういったことを確認するべきだろうと考えている。(JNES)

→ (発表内容について) 方向としては、地震動も津波もこういう方向だと思う。理学・地質学の方向から言うと今の話(発表内容)は、こんなにうまくいくはずはないと感じる。スマトラ地震を経験したが、その教訓を2011年東北地方太平洋沖地震にはある意味で反映できなかった。そのようなことは、今後もあり得ると思う。自然を全て知っている訳ではないので、自然に対しては謙虚であるべきであり、いつの時代も不完全であるということ意識しなければならない。常に新しい知見を取り入れていく努力をし、それを反映させていく姿勢を示さなければ、同じことを繰り返してしまう。今後、完全に官になるということで、原子力の安全を担う組織として、ハザードの評価についても今までと同じように力を入れてサポートするなり、独自に研究することが大事だと思う。(委員)

→ 自然現象はばらつきを持っており、その不確実性をどこまで組み込むか、常に最新知見をベースにその時々でベストを尽くしていくことが極めて重要である。(JNES)

→ 設計を超える領域でリスクをしっかりと評価すべきというのが、政府事故調やIAEAの報告であった。それにも関わらず、なぜ、PRAを使わないかという、手法が成熟してないから使わないという成熟論になっているためである。今ある手法を利用して、いかに現状の設計を超えるリスクがあるかを明示する必要があるものであり、手法の成熟度の議論ではないことを強調したいというのが今回の発表の趣旨である。(JNES)

→ 規制庁は、その(上記の)ような方針で動いていないので危惧している。(委員)

→ リスクコミュニケーションの観点で一番難しいのが、不確実性をどう説明するかである。手法の中にどの程度の不確実性があるのかということの説明しなければいけない。完璧な手法でなければ使わないという話ではなく、完璧でない手法であっても使わざるを得ないのであれば、その中で不確実性がどのくらいであるか合わせて評価しなければいけない。(委員)

→ 専門家として、評価条件、評価モデル、使用データ、結果、全てのプロセスを明確にし、それらを一般の方々にご理解頂けるよう努めなければいけない。(JNES)

地震に関しては、身近な言葉として「震度」という言葉がある。津波に関しては、「高さ」であれば想像できるが、他に一般市民にわかりやすく伝わる数値化された指標はある

か。(委員)

→ 例えば、圧力がある。(JNES)

→ 津波についても「高さ」以外に、地震の「震度」、竜巻の「藤田スケール」のような尺度があれば、地域住民・国民にとって判断しやすい。そのような尺度があつて、住民がある程度、共通した認識を持っていれば、どのような危険が及ぶかや、どのような場所に避難すれば良いのか、目安がつく。津波について、圧力のような値では、地域住民にとってはなかなか理解しがたいので、「高さ」以外にポピュラーな評価尺度があると良い。(委員)

(6) 柏崎刈羽原子力発電所における大深度地震観測について(資料6)

資料6に基づき説明があつた。(TEPCO)

トリガー値(0.2gal)に根拠はあるのか。(委員)

→ 深さ300mや400mでの観測の場合、地上では0.5-1galくらいで観測されていたので、その値よりも小さい0.2galで運用を開始したところである。(TEPCO)

新潟工科大学内でも深部地震動データが得られており、活用について検討していくとのことだが、今後どのようにやっていけば良いか、東電側から提案はないか。(委員)

→ 東電サイト内で設置した(地中)地震計の記録を用いることでJNESの広域地下構造モデルを精緻化することもできると考えられる。(TEPCO)

大湊側にも早く設置して頂きたい。どうして両側(の号機)で増幅が違うのかについて、東電の主張はかなり厳しいと思う。データを取って、増幅の違いの説明を謙虚に行い、真理を追求してほしい。(委員)

→ 今までで、若干、定性的な説明になっているところもある。データを取り、どこまで定量的につめていけるか一生懸命取り組んでいきたい。(TEPCO)

(7) その他

<総括> (委員)

JNESの組織が今後変わるということだが、今後もこれまでの取り組みを継続して頂きたい。様々な問題を解決する組織、体系的に研究していく組織がJNESであり、研究を推進してきた。ぜひその研究も進めて頂きたい。この拠点のサポートを今まで以上にお願いしたい。地元との関わりや地元へのサポートが、これからより一層重要になってくる。

学としての関わり、地元との関わりなど、新潟工科大学に期待される役割が今後より一層大きなものとなる。

東電は、柏崎にプラントがある。今まで以上の住民との関わり、サポートなど地元中心で考えて頂けるとありがたい。また、この拠点をより積極的に利用して頂けると良い。

前回の研究委員会の議事概要(案)で修正等あれば、後ほど申し出てほしい。

<事務連絡> (NIIT)

次回の開催時期や内容については、委員長と相談の上、ご案内申し上げます。

配布資料

- 資料 1 第 5 回原子力耐震安全研究委員会 議事概要 (案)
- 資料 2 新潟工科大学原子力耐震・構造研究センターにおける JNES の耐震安全研究の見直しについて (JNES)
- 資料 3 原子力耐震安全研究委員会委員の紹介
- 資料 4-1 構造物の経年劣化と耐震評価に関する検討 (NIIT)
- 資料 4-2 地震・津波等外的事象に対する原子力防災システム TiPEEZ の柏崎・刈羽地域への適用 (NIIT、JNES)
- 資料 4-3 3次元床免震の性能確認に関する研究 (NIIT)
- 資料 5 JNES 安全研究の NRA 新規制基準への反映状況 (JNES)
- 資料 6 柏崎刈羽原子力発電所における大深度地震観測について (TEPCO)

以上