

## 第 2 回：日本原子力学会 「原子炉過酷事故に対する機構論的解析技術」 研究専門委員会 議事メモ

1 日時：2021 年 11 月 9 日 13:00－16:00

2 開催場所：WebEX 形式

3 参加者：(敬称略、順不同)：30 名

守田 (九大)、吉田 (JAEA)、木野 (エネ総研)、山下 (JAEA)、古谷、山路 (早稲田)、木倉、高橋 (東工大)、武田 (山梨大)、張 (東大)、伊藤啓、伊藤大 (京大)、渡辺 (福井大)、鈴木 (東京都市大)、堀江 (東芝 ESS)、原 (三菱)、星野 (日立 GE)、氷見 (電中研)、西田 (INSS)、手塚 (エネ総研)、飛田、堂田、永江、町田、間所、佐藤、田上、今泉、松本、岩澤 (JAEA)

4 議事：

1. 「原子力学会 2022 春の年会」企画セッションについて (吉田幹事)
2. SA 解析の現状と課題について 2 (木野幹事)
3. 詳細解析の現状と課題について 2 (山下幹事)
4. 福島第一原子力発電所における原子炉圧力容器破損メカニズムの解明に向けた取り組み (間所委員)
5. SARNET の活動状況と INSS での SA 研究 (仮) (西田委員)
6. その他 (今後の予定など)

5 配布資料：

資料 2-0 SA 研究専門委員会第 2 回会合\_議事次第\_送付版

資料 2-1 SA 研究専門委員会第 1 回会合\_議事録

資料 2-2 22 春企画提案書フォーム\_SA 解析 (案)

資料 2-3 SA 解析の現状と課題 2

資料 2-4 SA 専門委員会第 2 回\_山下

資料 2-5 SA 専門委員会第 2 回\_間所

6 議事概要：

- (1) 「原子力学会 2022 春の年会」企画セッションについて
  - 吉田幹事より原子力学会 2022 春の年会における企画セッションの趣旨説明があった
  - 各委員より特にコメント・意見などはなかった
- (2) SA 解析の現状と課題について 2

- 木野幹事より、SA 解析コード SAMPSON に基づく 1F 解析の課題および機構論的 SA 解析手法における課題、SAMPSON/JUPITER 連成解析の取り組み状況についての講演があった
  - ✓ JUPITER と SAMPSON の計算時間ほどの程度か？
    - ⇒ 問題によって異なるため一概には言えないが、感覚的に実時間 1 秒を計算するために JUPITER は 100 秒、SAMPSON は 1 秒といった程度の差が存在する
  - ✓ 規制議論におけるモデル説明性は難しい課題だが、不確かさを包絡した保守的な計算であれば良いのではないか
    - ⇒ モデルの説明がどうしても必要となり、高度なモデルを用いるとそこがネックになると理解している
    - ⇒ 不確かさがどれくらいあるのか、保守性を持った計算が必要となるが、どれくらいの保守性を持った計算かを示す必要がある
    - ⇒ すぐに解決する問題ではないが、可能な限り機構論的手法を発展させていくための努力を続けていく必要がある
    - ⇒ 規制側には大学の先生のような理論に精通した人が少ないため、そもそも機構論を持ち込んでいくと、規制側に理論ができない場合があり、その状況でモデルの妥当性を説明するのは非常に大変
    - ⇒ この場で解決する問題ではないが、議論を継続していく必要がある
  - ✓ 1F 事故ではどこが問題になるのか？
    - ⇒ 色々あるが、例えばコアサポートプレートの破損タイミングや下部ヘッドの破損およびペDESTAL へのデブリ移行タイミングなどは機構論的になかなか評価できない
    - ⇒ 機構論的に全てを明らかにするのは困難であり、対象とする現象を絞り込む必要がある
    - ⇒ コアサポートプレートの破損タイミングは熔融温度や荷重で評価できないのか？
      - ⇒ 基本的のそのような発想で評価できるが、コアサポートプレートの上にごのようにデブリが降り積もるかが重要となり、現在の SA 解析の粒度ではその点を精緻に評価することは困難である
      - ⇒ JUPITER のような詳細解析コードでの精緻な評価手法が今後必要となる
  - ✓ SAMPSON と JUPITER に粒度の差はないのか
    - ⇒ 計算の細かさの GAP は存在しており、それを埋めることは一つの課題と認識している

### (3) 詳細解析の現状と課題について 2

- 山下幹事より詳細解析コード JUPITER の開発状況についての講演があった
  - ✓ 酸化膜の厚さは VOF 値で評価するのか？バルクで定義するのか？

- ⇒ 酸化膜厚さは1格子として決め打ちして計算しており、各メッシュで酸化膜厚さを定義している
- ✓ 各セルの粘性などに関する酸化膜の影響はどうするのか？
- ⇒ 溶融物に関して、酸化膜は考慮しない
- ✓ 複雑な化合物に対する物性値をどうするのか？
- ⇒ 物性値は課題として認識している
- ✓ 素過程のモデルは概ね組み込まれたと理解して良いのか
- ⇒ フレームワークは概ね完成に近づいていると認識している
- ⇒ ただし、高温における物性や感度評価などに課題が残っている
- ✓ 各鋼材の接触・液体間の接触をどう取り扱うのか？
- ⇒ その点については今後検討していく予定
- ✓ クロムコーティングを用いたATFであれば酸化しないのか？
- ⇒ この分野の専門家の意見に従い、そのように仮定して計算している
- ✓ 構造解析との連成もスコープに入っているとなっているが、具体的にどのような現象をターゲットとするのか？
- ⇒ 例えば、燃料棒の変形なども考慮していきたい

(4) 福島第一原子力発電所における原子炉圧力容器破損メカニズムの解明に向けた取り組み

- 間所委員より、JAEAが実施している原子炉圧力容器破損メカニズムに関する実験についての講演があった
  - ✓ ELSA試験について、今後CRD破損評価などをモデル化していくのか？
  - ⇒ その方向で検討している
  - ✓ 主な破損メカニズムは共晶と考えてよいのか
  - ⇒ 基本的にそのように考えてよく、今後はラルソン・ミュラーのような汎用性のあるモデルを組み立てたい
  - ✓ その場合、拡散のみで説明できそうか？
  - ⇒ 現在検討中である
  - ✓ 固体粒子の影響もあると考えるが、実機条件を模擬できているのか？
  - ⇒ 現時点で実機条件を模擬できているとは言えず、粒子の影響を考慮した試験なども今後必要と認識している
  - ⇒ 例えば、固相率も重要ではないか
  - ✓ これらの試験は今後も続けるのか？
  - ⇒ KITの関係もありわからない
  - ⇒ FLUENTを用いた解析を実施している
  - ✓ 試験で用いている物質の組成が変わると密度が変わり、影響があるのではないか？

- ⇒ 影響はあると認識しており、今後も要素試験などを実施して細かい現象も追っていききたい

(5) SARNET の活動状況と INSS での SA 研究 (仮)

- 西田委員より、SARNET の活動状況および INSS での SA 研究に関する講演があった
  - ✓ **SARNET の具体的活動についてもう少し教えて頂けないか?**
    - ⇒ 規制機関も入ったレビュー会議で研究の方向性が決められているところが特徴
    - ⇒ 教育もしっかりしている
  - ✓ **MAAP と MELCOR の差はどこから生まれるのか?**
    - ⇒ MELCOR は小さな実験結果に基づくため、炉心内流路に空隙が生まれやすくなる
    - ⇒ MAAP は TMI-2 をもとに考えているため、炉心内流路は閉塞するという考えに至っている
  - ✓ **なぜ MAAP は流路面積を過小評価するのか?**
    - ⇒ キャンドリングモデルに問題がある可能性はある
  - ✓ **MAAP も MELCOR に習うところはあるのか?**
    - ⇒ 両方とも検証はされている。試験体系が異なった場合に MAAP が適用できるかどうかは議論が必要
  - ✓ **例えば空間メッシュの切り方で、実験と実機とで切り方が異なるのでは?**
    - ⇒ 試験は燃料集合体 1 体が 1 ノードとしているが、実炉心でどうするかはまだ結論は出ていない
  - ✓ **LOFT はどのように模擬するのか?**
    - ⇒ 燃料集合体を 2 ノードで模擬、圧力などの熱水力をどのように評価するかが課題
  - ✓ **試験規模は大きければよいのか?**
    - ⇒ 小さな試験結果を外挿しても問題があるが、基本的には大きい方が良い
    - ⇒ ただ、大きい試験は実施することが難しい
  - ✓ **MAAP の内容に踏み込んだ改良はできるのか?**
    - ⇒ その方向で考えて研究協力を結んだ

(6) その他 (今後の予定など)

- 守田主査より、今後のスケジュール (今年度は 2 回会合・企画セッション実施、来年度は 4~5 月に開催予定) についての方向性が示された
- 各委員より特にコメント・意見などはなかった

- 守田主査より講演者・参加者への謝辞・第2回委員会の総括が述べられたのち閉会した

以上