

ナトリウム冷却高速炉における格納容器破損防止対策の有効性評価技術の開発 (15) 多次元ナトリウム燃焼解析コードによる上向きスプレイ試験解析

Development of Estimation Technology for Availability of Measure
for Failure of Containment Vessel in Sodium Cooled Fast Reactor

(15) Multi-dimensional sodium fire analysis of an upward spray experiment

*青柳 光裕¹, 高田 孝¹大野 修司¹, 宇埜 正美²

¹原子力機構, ²福井大学

本研究ではナトリウム冷却高速炉の格納容器へ負荷を与えうるリスクの一つとされるナトリウム漏えい燃焼事象に着目し、ナトリウム燃焼時の熱影響詳細評価手法の開発を行っている。本報ではこれまでの開発の総合的な妥当性評価として、上向きスプレイ燃焼試験について解析した結果を報告する。

キーワード: ナトリウム冷却高速炉、ナトリウム燃焼、スプレイ燃焼、多次元解析

1. 緒言 ナトリウム(Na)冷却高速炉において、Na 燃焼事象は格納容器等へ熱負荷や圧力負荷を与えうるリスクの一つである。本研究では過酷事故時に炉容器上方から Na が床上空間へ噴出する事象を対象として、その評価手法を整備している。これまでに多次元 Na 燃焼解析コード AQUA-SF をベースとして、同事象の評価において重要となる乱流モデルや燃焼熱のふく射移行モデルの改良整備を実施した^[1]。本報ではこれまでの開発の総合的な妥当性評価について報告する。妥当性評価としては上向きスプレイ燃焼試験^[2]の解析を実施し、上向きスプレイ事象の評価に対する、改良モデルの効果を評価する。

2. 解析条件 解析体系を図 1 に示す。燃焼容器は高さ 2.78 m、容積 1.93 m³ の密閉構造で、空気雰囲気である。300℃ の Na が容器下部から 13 秒間噴出し、総噴出量は 400 g である。試験用ノズルにて液滴径分布の計測実験がなされており、本解析では体積当たりの総液滴表面積が実験のそれと一致するよう液滴直径入力データを設定している。

3. 解析結果 図 2 にベース条件（乱流モデルなし）および、乱流モデルを使用した場合の温度分布を示す。試験における高温領域は容器下方のノズル近くに限定されていたのに対し、ベース条件では浮力対流により高温領域が容器上方まで存在している。一方で乱流モデルを使用した条件では試験と同様な温度分布となっている。乱流モデルに加え液滴からのふく射熱移行モデルを併用すると、温度分布の傾向に顕著な違いはないが、ふく射に伴う容器構造物材への熱移行が増加することにより雰囲気温度並びに圧力は全体的に低下する。最高圧力は試験では 1.5 atg に対し、ベースケースでは 2.6 atg、乱流モデル使用時は 2.7 atg であり、ふく射モデル併用時には 2.0 atg と試験結果に整合する傾向であった。

4. 結言 Na 燃焼時の格納容器への熱影響評価手法の開発における総合的な妥当性評価として、上向きスプレイ燃焼試験について解析し、これまで改良整備を実施したモデルによって、試験結果をより適切に再現されることを確認した。

謝辞 本研究は文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務「ナトリウム冷却高速炉における格納容器破損防止対策の有効性評価技術の開発」として福井大学および再委託先の JAEA が実施した成果である。

参考文献

[1] 青柳他、原子力学会 2016 年春の年会、3P09 (2016)

[2] 佐藤他、PNC レポート TJ202 77-10 (1977)

*Mitsuhiro Aoyagi¹, Takashi Takata¹, Shuji Ohno¹ and Masayoshi Uno²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²University of Fukui

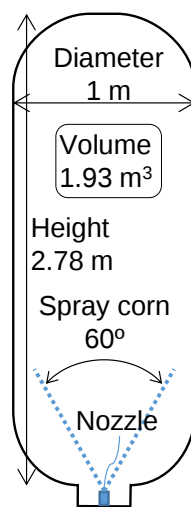


図 1 解析体系

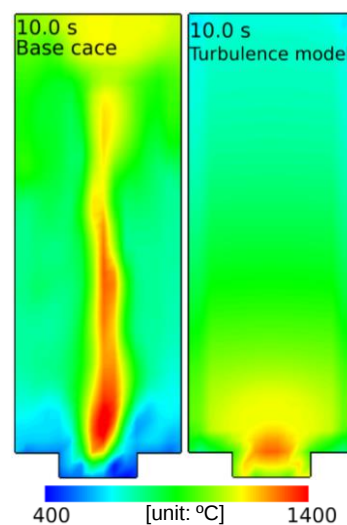


図 2 解析による温度分布