

総合講演・報告：「ブロック型高温ガス炉の安全基準の調査研究」研究専門委員会

研究専門委員会「ブロック型高温ガス炉の安全基準の調査研究」2024年度成果報告
FY2024 Annual Report of Research Committee on Investigation on Safety Standards of Prismatic-type HTGR

(4) 高温ガス炉における許認可対象事象の選定方針

(4) Discussion on selection of licensing basis event for HTGR

*佐藤 博之¹、坂場 成昭¹

¹原子力機構

1. はじめに

本講演では、高温ガス炉における許認可対象事象（LBE：Licensing Basis Event）選定方針の検討結果を報告する。

2. LBE 選定方針

2-1. 基本的な考え方

本委員会では、LBE 選定方針の検討に先立ち、基本的な考え方を議論し、以下と定めた。

- 実証炉の運転開始時期を鑑み、早期の許可を目指して現行の審査手法に対応すること。
- 深層防護の実装方針⁽¹⁾と整合した選定すること。
- 頻度の情報のみで低頻度高影響事象が LBE から除外されないこと。
- 第三者が追跡可能であること

2-2. 選定方針

委員会では、基本的な考え方に基づき、以下に示す選定方針が提案された。

- ① 決定論的な手法により単一起因事象を選定
- ② 単一起因事象の発生頻度を評価し、「運転時の異常な過渡変化（AOO）と設計基準事故（DBA）」に分類
- ③ イベントツリー法により単一起因事象と緩和機能成否の組合せを考慮した「事故シーケンス」を抽出
- ④ DBA とひとつの緩和設備故障の重畳を考慮した事故シーケンス（DEC-I）を抽出
- ⑤ ③で抽出された全ての事故シーケンスの頻度及び影響を評価
- ⑥ 多重故障事故シーケンスのうち、DEC-I に含まれない有意な頻度又は影響をもたらす事故シーケンス（DEC-II）を選定

ここで、DEC-I は、LBE として「必ず想定する事故シーケンスグループ」の位置付けであり、高温ガス炉の多重故障事象進展において特徴を有する事故シーケンスとして選定する。軽水炉では、「必ず想定する重大事故シーケンスグループ」に対応する。DEC-II は、「個別プラント評価により抽出した事故シーケンスグループ」の位置付けであり、評価対象とするプラントの設計差異に起因する特徴がある場合に当該事故シーケンスを LBE として拾い上げることを目的として選定する。軽水炉では、「個別プラントの評価において、有意な炉心損傷頻度を与える重大事故シーケンスグループ」に対応する。DEC-II の選定に当たり、以下条件をいづれも満足する場合は、事故シーケンスグループが「有意な頻度又は影響をもたらさない」と判断することとした。

- 当緩和設備の多重故障を伴う事故シーケンス合計頻度に対して、該事故シーケンスの寄与割合（当該事故シーケンスの頻度／緩和設備の多重故障を伴う事故シーケンス頻度合計値）が小さい場合。
- 当該事故シーケンスが DEC-I と同等の影響である場合。

図 1 及び 2 に代表的な高温ガス炉の DEC-I 及び DEC-II 選定例を示す。DEC-I は、起因事象として、1 次系配管等の原子炉冷却材圧力バウンダリが破損して冷却材がコンファインメント外に放出され、空気が系内に侵入する事象（空気侵入）を想定した場合、緩和設備である、反応度制御する制御棒系、崩壊熱及び残留熱を原子炉外から間接的に除熱する炉容器冷却設備、コンファインメント内への空気侵入を防止する閉止扉の故

障を重畳させた事象を選定した。DEC-IIは、緩和設備の多重故障を伴う事故シーケンスの寄与割合が小さく、かつ、事故影響がDEC-Iと同等であるため本例では選定されない。

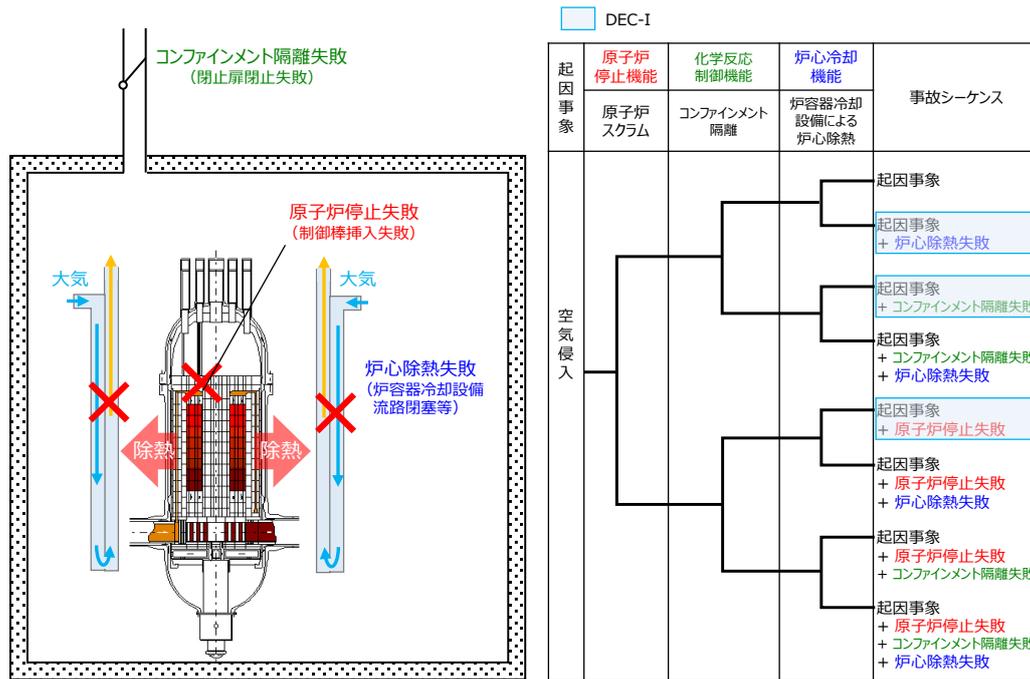


図1 DEC-Iの選定例

起回事象	DEC-I			事故シーケンス	頻度*	寄与度*	影響*
	原子炉停止機能	化学反応制御機能	炉心冷却機能				
空気侵入	原子炉スクラム	コンファインメント隔離	炉容器冷却設備による炉心除熱	起回事象	1x10 ⁻³	8.3%	7mSv
				起回事象 + 炉心除熱失敗			
				起回事象 + コンファインメント隔離失敗			
				起回事象 + コンファインメント隔離失敗 + 炉心除熱失敗			
				起回事象 + 原子炉停止失敗			
				起回事象 + 原子炉停止失敗 + 炉心除熱失敗			
				起回事象 + 原子炉停止失敗 + コンファインメント隔離失敗			
起回事象 + 原子炉停止失敗 + コンファインメント隔離失敗 + 炉心除熱失敗							

*イメージを示したもので計算結果ではない

以下理由からDEC-IIは選定されない

- DEC-II候補の事故シーケンスの寄与度は1%未満と小さい
- DEC-II候補とDEC-Iの事故シーケンスの影響が同等である

図2 DEC-IIの選定例(頻度・寄与度・影響については、説明のためのイメージ)

3. まとめ

高温ガス炉における許認可対象事象の選定方針を報告した。今後は、事故シーケンスの選定とその発生頻度評価、及び被ばく影響評価を進め、高温ガス炉実証炉のLBE選定方針の実行可能性を確認する。

参考文献

- (1) 加内,ほか,「ブロック型高温ガス炉の安全基準の調査研究」研究専門委員会 2024年度成果報告 (3) 高温ガス炉における深層防護の実装に関する設計例, 原子力学会 2025年春の年会, オンライン, 2025年3月14日.

*Hiroyuki Sato¹, Nariaki Sakaba¹

¹Japan Atomic Energy Agency