

核融合工学部会セッション

核融合炉の核的・放射線安全性と社会的受容性

Thermal and radiation safety of a nuclear fusion reactor and its social acceptance

(2) 核融合炉の事故事象と安全設計

(2) Accidents and safety design for fusion reactors

*中村 誠¹¹量研

1. 緒言

これまでに幅広いアプローチ活動の下で核融合原型炉の安全性研究(2012–2016 年度)が行われ、大規模な仮想事故時における原型炉プラントの熱的・熱水力的応答および潜在的な公衆被ばく影響が分かってきた[1]。現在、全日本体制でプレ概念設計を進めている原型炉の事故時安全設計概念を確立することを目的として、これまでの知見を踏まえ、さらに原型炉概念設計の最近の動向を考慮に入れつつ、より現実的に起こりうる事故シナリオと事故時の素過程のモデリング研究を行っている。本発表では事故シナリオと素過程のモデリング研究の現状と、そこから得られる安全設計への示唆を報告する。

2. 事故シナリオと素過程のモデリング研究

2-1. 真空容器内における水素生成

ベリリウム(Be)やベリライド(原型炉ブランケットの中性子増倍材)の微小球ペブルの水素生成反応挙動の予測を目的として、微小球ペブル水素生成反応モデリングコード PSYCHE を開発した[2]。この研究の動機は、水素は閉じ込め障壁としての真空容器の健全性にとって脅威となることにある。

ブランケット内冷却水侵入事象(in-box LOCA)における典型的な水蒸気雰囲気条件下において、PSYCHE を用いてペブルの熱的挙動と水素生成量を解析した(図 1)。ベリライド(Be₁₂Ti)ペブルは水蒸気によって冷却されるが、Be ペブルでは水蒸気の冷却より反応熱が大きくなるため、ペブルの熱暴走および急激な水素生成が発生しうることが分かった。一方、Be₁₂Ti ペブルは優れた熱的安定性を持つことが分かった。

2-2. 真空容器貫通部を考慮に入れた in-VV LOCA 熱水力挙動

真空容器には排気系や計測系などの貫通部が存在する。現在、貫通部を考慮に入れた真空容器内冷却材喪失事象(in-VV LOCA)における各機器の熱水力挙動および放射性物質(トリチウムと放射化ダスト)移行挙動の評価を行っている。

講演では、in-VV LOCA 解析の結果を踏まえ、長時間プラズマ燃焼運転に向けて非クライオポンプ型の真空排気機器を用いる場合に必要な放射性物質閉じ込め方策について議論する。

[1] M. Nakamura, et al., IEEE Trans. Plasma Sci., 44 (2016) 1689.

[2] M.M. Nakamura, et al., presented at ISFNT-13 (2017) and submitted to Fusion Eng. Des.

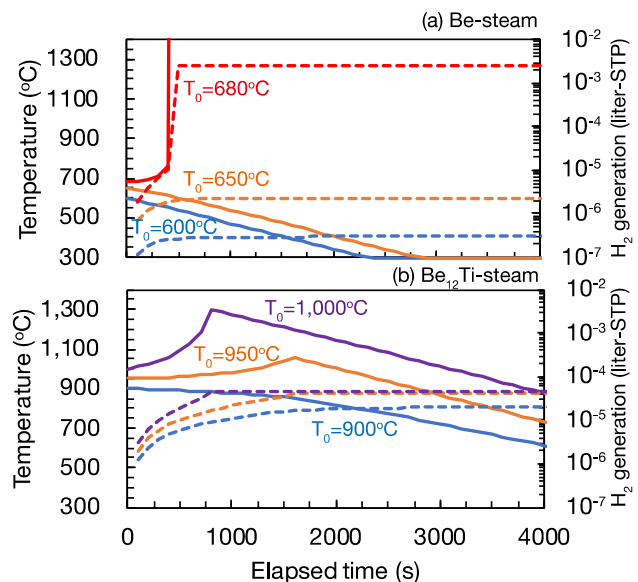
*Makoto M. Nakamura¹¹National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)

図 1 Be (a)および Be₁₂Ti (b)ペブルの水素生成反応における温度(左縦軸)と積算水素生成量(右縦軸)