

さまざまなベリライドペブルの水素生成挙動のモデリング

A modeling study of hydrogen generation behaviors of various types of beryllide pebbles

*中村 誠¹, 金 宰煥², 中道 勝²

¹ 釧路高専, ² QST

核融合炉の安全設計を行ううえで in-box LOCA のモデル化は重要な課題である。ブランケット中性子増倍材ペブル水蒸気反応モデリングコード PSYCHE について、ベリライド Be₁₂V ペブルの水蒸気反応に対するコードの妥当性を確認した。

キーワード：核融合炉, 安全性, in-box LOCA, 中性子増倍材ペブル, 水蒸気反応, モデリング

1. 緒言

核融合炉の安全設計を行ううえで、ブランケット内冷却水侵入事象(in-box LOCA)の進展の予測は重要な課題である。そのためには、実験結果で妥当性を確認した水蒸気反応挙動モデルが必要である。In-box LOCA の安全設計・安全評価のツールとして、著者らは中性子増倍材ペブル水蒸気反応モデリングコード PSYCHE を開発してきた[1]。ベリリウムペブルとベリライド Be₁₂Ti ペブルの水蒸気反応については、実験結果と比較することでコードの妥当性をすでに確認している。

Be₁₂Ti ペブルはベリリウムペブルよりも水蒸気反応による水素生成量が大幅に小さく、優れた安全性を持つことが実験とモデリングの両面から示されている[1]。Be₁₂V ペブルは Be₁₂Ti ペブルよりも比表面積が小さいためさらに水素生成量が小さく[2]、より安全性に優れている。本研究の目的は、Be₁₂V ペブルの水蒸気反応についての PSYCHE の妥当性を検証することにある。

2. Be₁₂V ペブルの水素生成挙動のモデリング

これまでの水蒸気曝露実験により Be₁₂V ペブルの水素生成挙動が観測されている[2]。この実験条件（水蒸気圧力、粒径、ペブル温度）を PSYCHE コードに入力し、Be₁₂V ペブルの水素生成挙動のモデル計算を行った。計算結果と実験結果の比較を図1に示す。モデル計算結果は実験で得られた累積水素生成量の経時変化を再現していることが分かる。水蒸気曝露開始から4時間までの間は急激に水素生成量が増大するが、その後の水素生成量の増大はゆるやかになっている。これは、Be₁₂V ペブルの表面に急速に酸化層が形成されるが、この酸化層によりペブル内部への反応の進行が妨げられるためと考えられる。

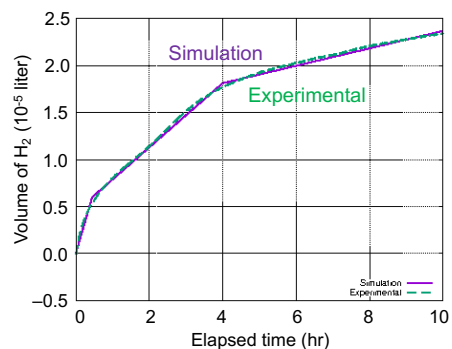


図1 水蒸気反応における Be₁₂V の水素生成量
破線：実験結果, 実線：計算結果

3. 結論

実験結果とモデリング計算結果を比較することで、Be₁₂V ペブルの水蒸気反応についての PSYCHE の妥当性を確認した。講演では核融合原型炉の典型的な in-box LOCA 条件下における各種増倍材ペブル(Be, Be₁₂Ti, Be₁₂V)の熱挙動と水素生成挙動の予測シミュレーションの結果を報告する。

参考文献

- [1] M.M. Nakamura, et al., Fusion Eng. Des., 136 (2018) 1484.
- [2] M. Nakamichi, J.-H. Kim, Fusion Eng. Des., 124 (2017) 905.

*Makoto M. Nakamura¹, Jae-Hwan Kim² and Masaru Nakamichi²

¹NIT Kushiro College, ²QST