

# MPS 法におけるステンレス鋼/ボロンカーバイド共晶反応モデルの開発

Development of eutectic reaction model on MPS method for stainless steel/boron carbide system

\*植田 翔多<sup>1</sup>, 間所 寛<sup>1</sup>, ジョ ビョンナム<sup>2</sup>, 近藤 雅裕<sup>2</sup>,  
エルカン ネジェット<sup>2</sup>, 岡本 孝司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学原子力国際専攻, <sup>2</sup>東京大学原子力専攻

共晶反応による早期の制御棒溶融は、後のシビアアクシデント進展に大きく影響するため、その理解は重要である。本研究では、機構論的な数値計算によるアプローチで現象の理解を深めるために、MPS (Moving Particle Semi-implicit) 法における  $B_4C$  (ボロンカーバイド) 制御棒共晶反応モデルを開発した。

**キーワード**：シビアアクシデント，沸騰水型原子炉，制御棒，共晶反応，MPS 法

## 1. 緒言

福島第一原子力発電所事故では、シビアアクシデントの初期段階で制御棒溶融が生じたと推定されている。早期の制御棒溶融は後のシビアアクシデント進展に大きく影響するため、その理解は重要である。この制御棒溶融は制御棒材料であるステンレス鋼(SS)と炭化ホウ素( $B_4C$ )の共晶反応に起因するものであり、化学反応と相変化を伴う複雑な現象である。本研究では、機構論的な数値計算によるアプローチで現象の理解を深めるために、MPS 法における  $B_4C$  制御棒溶融モデルを開発した。開発したモデルによる数値計算結果と実験結果を用いて比較と検討を行った。

## 2. 検証用実験データの作成と数値計算

**2-1. 実験** 実験で用いた試験体の概略図を Fig. 1 に示す。試験体はタングステンヒーターからの輻射熱により加熱した。実験中、試験体の温度を熱電対で測定しながら、時間進展とともに共晶反応が進む様子を観察・撮影した。

**2-2. 数値計算** 本研究では、拡散方程式と Fe-B 二元系状態図を組み合わせることで、共晶反応をモデル化した。実験と同じジオメトリを 2 次元で数値計算を行った。数値計算結果と実験結果を比較し、共晶反応の時間進展について検証した。

## 3. 結果と考察

数値解析 (Fig. 3) は、定性的には妥当な結果を示した。しかし、数値計算では実験より共晶反応の開始時間が遅いなど、定量的にはさらなる高精度化が必要である。

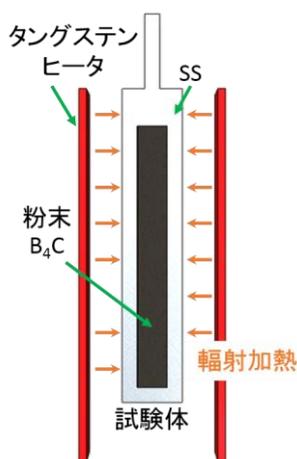


Fig. 1 実験体系

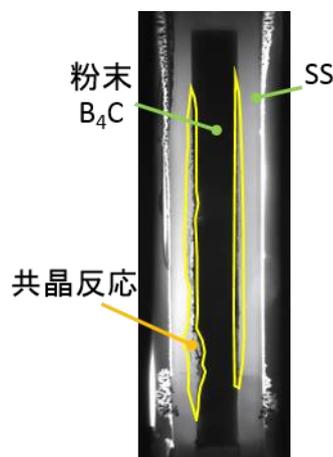


Fig. 2 実験結果 (加熱時間: 1150 s)

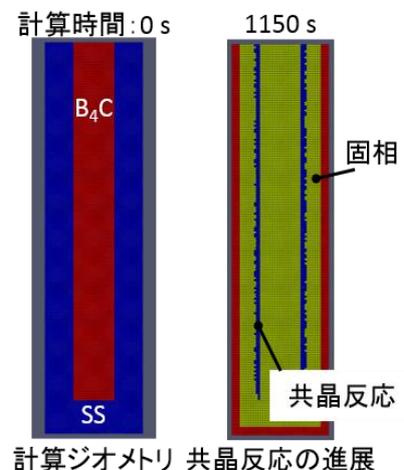


Fig. 3 数値計算結果

\*Shota Ueda<sup>1</sup>, Hiroshi Madokoro<sup>1</sup>, Byeongnam Jo<sup>1</sup>, Masahiro Kondo<sup>1</sup>, Nejdert Erkan<sup>1</sup> and Koji Okamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo