

ナトリウム冷却高速炉におけるマルチレベル・シナリオシミュレーション技術開発 (12) ナトリウム-コンクリート反応基礎試験(第二報)

Development of multi-level, multi-scenario simulation systems for sodium cooled fast reactor

(12) Fundamental experiment on sodium-concrete reaction (second report)

*菊地 晋¹, 古賀 信吉², 栗原 成計¹, 高田 孝¹, 大島 宏之¹

¹原子力機構, ²広島大学

ナトリウム(Na)冷却高速炉(SFR)の安全基盤技術としてマルチレベル・シナリオシミュレーションシステムの開発を進めている。本報告では解析コードのV&Vに資するため、SFRの固有事象であり、安全評価上重要となるNa-コンクリート反応に関する基礎試験及び試験後分析の結果について述べる。

キーワード: ナトリウム冷却高速炉、ナトリウム-コンクリート反応、熱分析

1. 緒言

ナトリウム(Na)冷却高速炉(SFR)の安全基盤技術としてマルチレベル・シナリオシミュレーションシステムの開発を進めている。このシミュレーションシステムのV&Vを適切に実施するには、信頼性を確保した実験知見やデータベースの構築が必要不可欠である。本報告では、SFR固有事象であるNa-コンクリート反応現象を解明するため、高速炉構造コンクリート表層部に断熱材として敷設されるパーライトコンクリートの主成分であるカルシウム化合物とNaの反応に係る基礎試験及び試験後分析の結果について述べる。

2. 実験方法

前報^[1]では、アルゴン(Ar)雰囲気下で満たされたグローブボックス(GB)内に設置されたDSC(示差走査熱量測定)装置に、試薬として炭酸カルシウム(CaCO_3)の粉末とNaを設置したNa- CaCO_3 反応試験を実施した。その結果、DSC曲線に複数の発熱ピークが出現し、反応が多段的に進行する傾向が確認された。このため、試験後の反応速度論評価を容易にするには、単一の発熱ピークが出現する、単一段階の反応進行が得られることが望ましい。また、反応界面の分析に供することができる試料形状が反応機構を議論するには有益である。そこで、本報告では、粉末の CaCO_3 からペレットを成型し、その上面に初期に全量が反応するように少量のNaを設置した熱分析を実施した。

3. 結果及び考察

図1に昇温速度2.5~10 K/minにおけるNa- CaCO_3 ペレット反応のDSC曲線を示す。各昇温速度において、約724~782 Kにおいて単一の発熱ピークが確認でき、前報の粉末形状のサンプルを用いた試験の第1発熱ピークと概ね一致した。また、このピークは昇温速度の上昇に伴い高温側へシフトしたため、Kissinger法^[2]による速度論評価を実施した。評価の結果、ペレット形状のサンプルを用いた場合の反応温度領域での反応速度定数は、粉末形状を用いた場合よりも既往知見^[3]により近づくことを確認した。また、試験後ペレットの反応界面を分析した結果、反応が1次元的に進行していることが分かり、反応進行モデルの検討に資する結果が得られた。

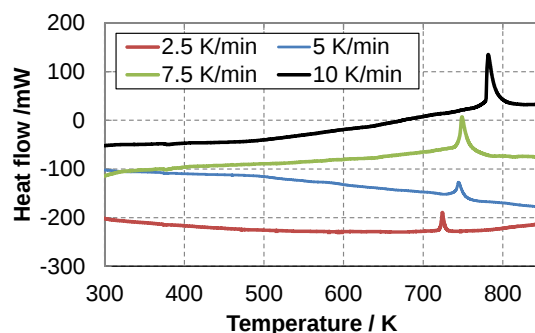


図1 Na- CaCO_3 ペレット反応のDSC曲線

4. 結言

Na-コンクリート反応現象を解明するための基礎試験として、 CaCO_3 ペレットとNaとの反応を対象とした熱分析試験を実施し、速度論評価が容易となる単一の発熱ピークを得ることができた。また、速度論評価の結果、既往知見と概ね一致することを確認した。さらに、試験後の反応界面分析等から、1次元的に反応が進行する結果が得られた。*本報告は、エネルギー対策特別会計に基づく文部科学省からの受託事業として、原子力機構が平成29年度までに実施した「革新的ナトリウム冷却高速炉におけるマルチレベル・マルチシナリオプラントシミュレーションシステム技術の研究開発」の成果です。

参考文献

- [1] 菊地他, 原学会 2018 年秋の大会, 1I12. [2] Kissinger HE., Anal Chem 29 (11) (1957) 1702-1706.
[3] Suo-Anttila AJ.; NUREG/CR-3379 (1983).

*Shin Kikuchi¹, Nobuyoshi Koga², Akikazu Kurihara¹, Takashi Takata¹, Hiroyuki Ohshima¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Hiroshima University,