

炉心燃料物質と黒鉛の化学的反応性に係る検討

(2) 二酸化ウランと黒鉛の示差走査熱量分析

A study on the chemical reaction between fuel materials and graphite block

(2) Differential scanning calorimetry of the uranium dioxide and graphite

*内藤 裕之¹, 山本 雅也¹, 前田 茂貴¹, 榎松 繁², 佐藤 勇³, 前田 宏治¹

¹JAEA, ²NDC, ³東京都市大

二酸化ウラン (UO₂) 焼結体と黒鉛ブロックの示差走査熱量分析 (以下、「TG-DSC 分析」という。) を実施し、UO₂ 焼結体と黒鉛ブロックとの反応に係る基礎的なデータを取得した。試料最高温度 1200℃、酸素濃度 10ppm までの条件において UO₂ 焼結体と黒鉛ブロックの反応は確認されなかった。

キーワード：高速炉、核燃料、二酸化ウラン、黒鉛

1. 緒言

高速実験炉「常陽」の BDBA (Beyond-Design Basis Accident) 事象において、炉心燃料物質の熱的・機械的影響により原子炉容器を破損させた場合、格納容器の破損を防止するため、安全容器内で炉心燃料物質を安定冷却・保持することを措置としている。「常陽」の原子炉容器と安全容器の間には黒鉛ブロックを敷設しており、黒鉛ブロックによる炉心燃料物質の保持機能を確認するため、UO₂ 焼結体と黒鉛ブロックとの反応について TG-DSC 分析を実施し、反応性を調べた。

2. TG-DSC 分析

UO₂ 焼結体と黒鉛ブロックを試料とし、1200℃ (安全容器内想定条件の 1000℃ に余裕をみた値) まで昇温して 1 時間保持し、加熱に伴う重量変化及び示差熱を測定した。雰囲気は Ar ガスで、酸素濃度 <0.1ppm または 10ppm とした。

酸素濃度 <0.1ppm、酸素濃度 10ppm のいずれのケースにおいても UO₂ 試料と黒鉛試料による明確な反応は確認されず (酸素濃度 10ppm の測定結果、文献値比熱^[1,2] との比較と併せて右図に示す)、UO₂ 試料、黒鉛試料共に有意な重量減少も確認されなかった。

また、金相観察・EPMA 分析を実施した結果、界面付近でも U と C の化合物の形成は確認されなかった。

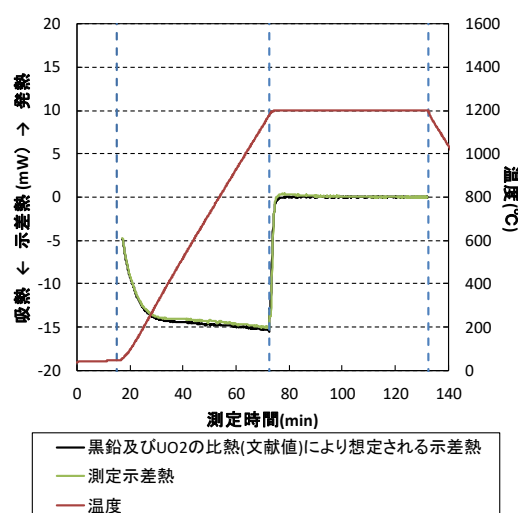


図 UO₂ 試料と黒鉛試料との熱分析試験結果 (酸素濃度 10ppm)

3. 結論

今回の試験条件で UO₂ 試料と黒鉛試料との明確な反応は確認されなかったため、「常陽」の安全容器内条件 (1000℃ 以下、酸素分圧 10⁻²⁸atm 以下) 下では炉心燃料と黒鉛の反応による黒鉛ブロックの有意な減肉は生じないと推定できた。今後、より厳しい条件として高温 (1200℃ 以上) における反応性を確認するとともに、実際に原子炉容器が破損した際は、炉内構造物 (ステンレス鋼) や冷却材 (ナトリウム) が混在することから、ステンレス鋼等の混在を模擬させた条件でもさまざまな分析を継続し、黒鉛ブロックで安定保持できることを確認していく。

参考文献

- [1] A.T.D. Butland and R.J. Maddison, J.Nucl.Mater.49(1973)45-56 (黒鉛)
- [2] J.K. Fink, J.Nucl.Mater.279(2000)1-18 (二酸化ウラン)

*Hiroyuki Naito¹, Masaya Yamamoto¹, Shigetaka Maeda¹, Shigeru Kurematsu², Isamu Sato³ and Koji Maeda¹

¹JAEA, ²NDC, ³Tokyo City Univ.