

ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上に関する研究

(28) ナノ流体製造技術開発 (その3)

Study on safety enhancement of the fast reactor by using nanoparticle suspension

(28) Development of Nanoparticle Fabrication technology (No.3)

*福永 浩一¹、永井 正彦¹、山下晃弘¹、荒 邦章²、斉藤 淳一²、永井 桂一²
¹三菱重工、²原子力機構

ナノ流体の工学的規模での製造・効率化を考えた場合、ナトリウム蒸気を用いた直接分散手法が有効となる。その基礎知見取得として、ナトリウムに可溶な銀を用いたナノ粒子被覆試験を実施し、ナノ粒子表面への金属被覆技術を開発し、ナトリウム直接分散の可能性を探った。

キーワード：ナノ粒子 1、ナトリウム 2、ナノ流体 3、製造技術 4、分散 5

1. 緒言

一般的に金属ナノ粒子は表面が酸化され易い為、不活性雰囲気での取扱い等ナノ流体製造段階において高度なナノ粒子管理手法が要求される。その高度化検討の一方案として、ナトリウム蒸気を用いた直接分散技術が有効と考えられる。ここでは原理確認の研究としてナトリウム直接分散手法の可能性について検討した。具体的には、ナトリウムの代替として模擬金属を用いてナノ粒子表面へ被覆の可能性について取り組んだ。

2. 実験

2-1. 被覆方法の検討

本研究ではナノ粒子製造方法として気相蒸発法を用いている。気相蒸発法では加熱場に供給された原料金属が蒸気となり、キャリアガスにより冷却され、過飽和となった蒸気が核生成し、周囲の金属蒸気を取り込みながら成長し、融点を下回ると固体ナノ粒子となる。そこでナノ粒子への被覆方法として、核生成・成長場における金属蒸気分圧に着目した。ナトリウムはナノ粒子金属（チタン）と比べ蒸気圧が高い。そこで、チタンを先に核生成・成長させ、その周囲にナトリウムを模擬した被覆金属蒸気が付着するように蒸気分圧を制御し、ナノ粒子表面へのナトリウム模擬金属の被覆を行った。

2-2. 被覆金属の選定

ナノ粒子に被覆する模擬金属として求められる要件は、ナトリウムへの溶解度が高く、また被覆方法の観点から、ナノ粒子金属よりも蒸気圧が高く、融点が低い事である。そこでナトリウム-金属の相図からナトリウムへ溶解する金属を確認し、原料供給状態に影響を及ぼす比重および入手可能な粒子径の観点から銀を選定した。

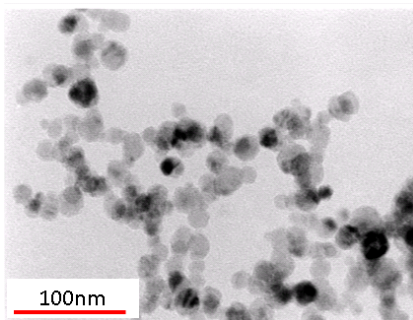
2-3. 被覆粒子試作試験および被覆状態の確認

銀よりもチタン蒸気分圧が高くなるように、且つナトリウムへの銀の溶解度の観点から、原料混合比率を調整し、キャリアガスと共に加熱場に供給し、模擬金属被覆粒子の試作を行った。粒子のTEM(Transmission Electron Microscope)観察結果を図2.1に示す。

観察の結果、通常のチタンナノ粒子の状況とは異なり、粒子を覆うような物質が確認された。本粒子のICP(Inductively Coupled Plasma)分析を行ったところ、銀が含まれている事がわかった。

現在、試作した被覆粒子をナトリウムへ溶解させ、銀被覆状態を確認中である。

チタンナノ粒子



銀被覆ナノ粒子

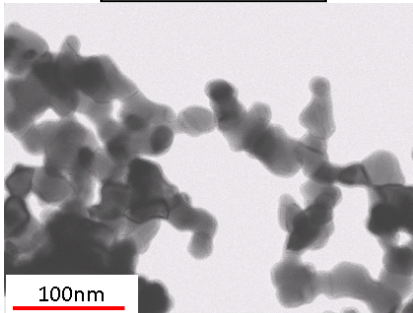


図 2.1 チタンナノ粒子および銀被覆粒子

3. 結論

ナトリウム蒸気を用いた直接分散手法の基礎知見取得を目論み、チタンナノ粒子表面へナトリウム模擬金属として選定した銀の被覆試験を実施した。試験の結果、加熱場および金属蒸気分圧の制御により、チタンナノ粒子表面への銀被覆が可能である事を把握し、ナトリウム被覆の可能性を確認した。現在、試作した銀被覆粒子のナトリウム溶解試験を実施し、銀のみがナトリウム中に溶解することを確認中である。これらの結果を纏め、ナトリウム直接分散手法の知見として整理を行う。『本研究は、特別会計に関する法律（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、日本原子力研究開発機構が実施した平成28年度「ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上技術の開発」の成果です。』

参考文献

[1] 福永浩一、永井正彦、荒邦章、斉藤淳一、気相蒸発法を用いたシングルナノサイズ金属微粒子製造技術の開発、化学工学会 第47回秋季大会

*Koichi Fukunaga¹, Masahiko Nagai¹, Akihiro Yamashita¹, Kuniaki Ara², Jun-ichi Saito² and Keiichi Nagai² ¹MHI、²JAEA.