

Zr-SUS-B₄C 系模擬デブリの微細組織と機械特性の評価

Investigation of the microstructure and mechanical property of Zr-SUS-B₄C model debris

*楊 会龍¹, 村上 健太¹, 叶野 翔¹, 阿部 弘亨¹

¹東京大学

1F 燃料デブリの安全な取り出しに向けて、炉内材料のジルコニウムやステンレス鋼、B₄C によって構成される金属系デブリを想定し、デブリの事故時ならびに、冷温停止状態、取り出し中に生じる金属系デブリの特性変化や割れの描像を明らかにすることを研究目的とした。本発表では、金属物質比を制御した金属系デブリを高周波加熱溶解法によって作製し、材料中での相構成、微細組織と機械特性を評価し、各構成相の硬さやヤング率等のデータベースの作成に向けた研究進捗について報告する。

キーワード : 1F 廃炉, 模擬金属デブリ, 微細組織, 機械特性

1. 緒言

1F 燃料デブリは事故発生から 10 年以上が経過し、最終的な廃棄処理への保管までには、さらに数十年の歳月が必要であり、この当該期間において、燃料デブリでの特性変化が想定され、そして廃炉の工程や手段に影響を及ぼす可能性があるとして予測される。本研究では、酸化や水素吸収による劣化モデルを構築し、材料科学の視点から燃料デブリにおける環境劣化因子の変化に伴う構成物の特性変化を評価し、環境加速割れに関する系統的な調査を通し、特性変化と割れの相関を明らかにすることを目的とする。これらの成果は、燃料デブリの状態をより精確に把握するために有用な知見を与えている。本発表では、具体的に 1F の炉内材料を想定し、金属系混合物を模擬デブリとして作製する、模擬デブリの微細組織および機械特性を評価し、さらに、組成、微細組織、と機械特性との相関性を解明することを研究目的とした。

2. 実験方法

模擬デブリとして、SS-Zr (25% : 75% ; 50% : 50%) と SS-Zr-B₄C (23.75% : 71.25% : 5% ; 47.5% : 47.5% : 5%) の 4 種類の金属系デブリを高周波加熱溶解方法により作製した。これらの模擬デブリの相構成と微細構造は、X 線回折 (XRD) と走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光法 (SEM-EDS) によって調べた。機械的特性は、ビッカース硬さとナノインデンテーション試験によって評価した。

3. 結論

XRD と SEM-EDS 分析結果より、SS-Zr (25% : 75%) 試料は Zr、Zr₃ (Fe, Ni)、Zr₂ (Fe, Cr, Mo)、および Zr (Fe, Cr, Mo)₂ の 4 つの相を含むのに対し、5% の B₄C を添加すると、上記 4 つの相以外に、ZrB₂ と ZrC の構造相も新たに生成することが明らかになった。SS-Zr (25% : 75%) および S SS-Zr-B₄C (23.75% : 71.25% : 5%) 模擬デブリのビッカース硬さはそれぞれ 490 および 766 であり、B₄C 添加により、硬さが大幅に増加することも確認された。ナノインデンテーション試験と SEM-EDS 分析を結合して、各構成相のナノ硬さ、ヤング率等の機械特性の評価は適切に行われた。SS-Zr-B₄C 系試料の硬さが高いのは、ZrB₂ と ZrC の硬質相の存在によるものである。

*Huilong Yang¹, Kenta Murakami¹, Sho Kano¹, and Hiroaki Abe¹

¹Tokyo Univ.