

動的条件下における SS 固相の SS-B₄C 共晶熔融物による破損現象

The Fracture Behavior of Solid SS by Molten SS-B₄C Eutectic Melt under the Dynamic Condition

*墨田 岳大¹, 小林 能直¹

¹東京工業大学

本研究では、動的条件下での SS-B₄C 共晶熔融物による固相 SS の破損挙動の評価を目的として、熔融 SS-B₄C 共晶熔融物中への SS 固相の回転浸漬試験を行った。

キーワード：過酷事故，共晶熔融，金属コリウム，原子炉材料，ステンレス鋼

1. 緒言

福島原発などの、過酷事故(Severe Accident, SA)を起こした BWR の廃止措置を進めるためには、SA 時に生じる原子炉構成材料間の反応を把握する必要がある。特に、制御棒(B₄C)と制御棒被覆管(ステンレス鋼, SS)間の共晶熔融反応が福島の事故以来注目され問題となっている。この反応では、メタル系熔融コリウムと呼ばれる SS-B₄C 共晶熔融物が形成される^[1]。SA 時には、このコリウムが、炉心構成材料(SS)を破損したと考えられる。この共晶熔融反応は BWR だけでなく、高速炉の SA 時にも生じるため、SA 後の炉内状況の推定や、炉心損傷事故評価(Evaluation of Core Disruptive Accidents)のためにも、熔融コリウムによる SS の破損挙動の調査が必要とされている。ところが、SS-B₄C 共晶熔融物と炉心構成材料(SS など)間の反応に関する報告は極めて少ない。本研究では、動的条件下での SS-B₄C 共晶熔融物による固相 SS の破損挙動の評価を目的として、熔融 SS-B₄C 共晶熔融物中への SS 固相の回転浸漬試験を行った。

2. 実験

2-1. 試料作成

熔融コリウム模擬試料として Fe-Cr-Ni-B-C 合金を作製した。SUS304 粉末試料と B₄C 粉末試料を Fe-B 換算で 5 mass%B の配合比で秤量、混合し、内径 17 mm×外径 21 mm×高さ 100 mm のアルミナるつぼに装入した。このるつぼを SiC 電気炉に装入し、1723 K, Ar-3 %H₂ 雰囲気下で 90 min 保持後水冷し、熔融物模擬試料を得た。炉心構造物模擬試料として、図 1 に示す SUS304 試験片を作製した。浸漬部(φ7 mm 部分)には SiC ペーパー(#800 - #2000)を用いて機械研磨を施した。

2-2. 実験手順

熔融コリウム模擬試料を適量、内径 20 mm×外径 25 mm×高さ 120 mm のアルミナるつぼに入れ、SiC 電気炉に装入し、1573 K, Ar-3 %H₂ 雰囲気下で 45 min 予備熔融させた。熔融後、SUS304 試験片を、るつぼに対して昇降できるようになっている試験片ホルダーに取り付け、るつぼ直上に装入、保持した。2 min 予熱した後、試験片を下部約 25 mm が浸漬する位置まで降ろし、直ちに所定の回転速度で浸漬試験を開始した。所定の時間経過後、回転を止め、直ちに試験片を取り出し、水冷した。回転速度は 0~300 rpm で、浸漬時間は 30~240 sec で行った。水冷後、試料浸漬部を切断、樹脂埋めし、SiC ペーパー(#100~#2000)とダイヤモンドペースト(5 μm, 1 μm)により鏡面研磨を施し、組織観察および元素分析を行った。

3. 結果・考察

図 2 に浸漬に伴う SS 固相の断面積変化を示す。回転速度の増加に伴う、固相破損量の増加が確認された。本発表では得られた結果について考察する。

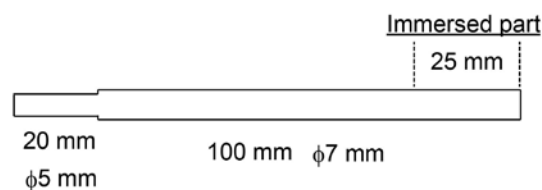


図 1 SUS304 試験片

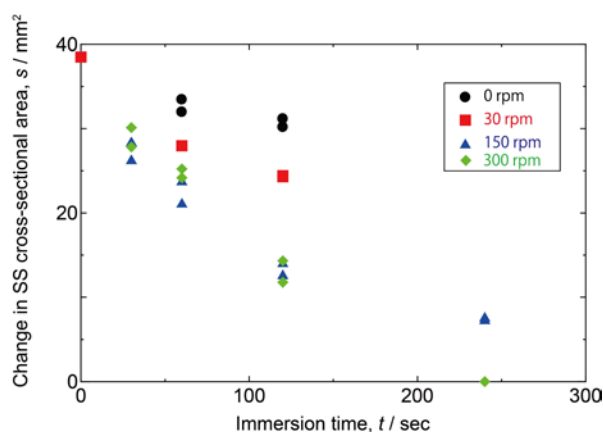


図 2 浸漬に伴う SS 固相の断面積変化

参考文献

[1] F. Nagase, *Journal of the Atomic Energy Society of Japan*, **56**, 235-239 (2014).

*Takehiro Sumita¹ and Yoshinao Kobayashi¹

¹Tokyo Institute of Technology