

高速炉燃料被覆管候補材の Ce 反応における反応時間の影響

Effect of reaction time for Ce reaction of fuel cladding material in FBR

*谷垣 考則¹, 田端 優一¹, 中川 奎¹, 福元 謙一¹

¹福井大学附属国際原子力工学研究所

Na 冷却小型高速炉の実用化に向けて、「燃料-被覆管化学的相互作用 (FCCI)」への対処が課題として挙げられる。本件では、金属燃料 FCCI の主要元素の一つである Ce と次世代高速炉燃料被覆管候補材である PNC-FMS 鋼との長時間の反応試験を実施し、長時間試験後の反応相及び反応深さについて報告する。

キーワード： 燃料-被覆管化学的相互作用、希土類元素、金属燃料

1. 緒言

燃料交換を行わず、長期運転を想定している Na 冷却型小型高速炉は、「燃料-被覆管化学的相互作用 (FCCI)」への対処が非常に重要となってくる。過去、金属燃料 FCCI に関して、炉内・炉外試験が行われているが、長時間試験後の反応相や反応深さについて明らかとなっていない。本件では金属燃料 FCCI の主要元素の一つである Ce と高速炉燃料被覆管候補材である PNC-FMS 鋼の反応試験を実施し、長時間試験後の反応相や反応深さについて調査した。

2. 実験

実験に用いたPNC-FMS鋼 (11Cr-0.4Ni-0.12C-2W-Fe) は、板材から放電ワイヤーカットにてΦ10mm×2mmの試験片に加工した後、機械研磨にて鏡面に仕上げた。アルゴンガス置換をしたグローブバッグ内でCe (grain) をテーブルプレス機にて円柱状に成型し、PNC-FMS鋼と貼り付けたままTa箔とZr箔で覆い、試験体とした。作製した試験体はバルブ付き石英管内に装荷し、真空ポンプによる真空状態 (1×10^{-1} Pa) またはアルゴンガス雰囲気下で610℃×1,100,300h等の昇温試験を実施した。分析はSEM-EDSによる断面組織観察、FIB法で作製した試料を用いてTEMによる組成分析を実施した。

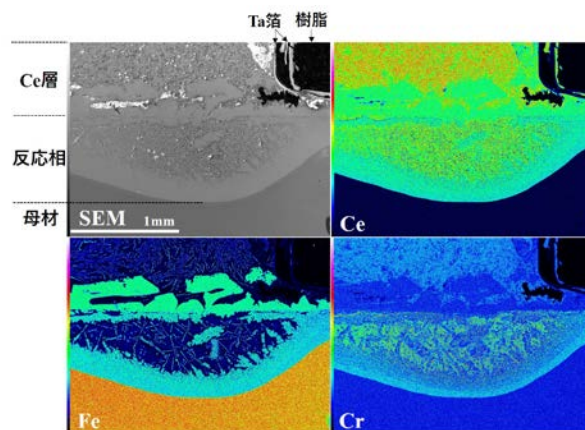


図1 試験片断面 SEM 像と Ce,Fe,Cr の元素マッピング図

3. 試験結果

図1に300h試験後の試験片断面SEM像とCe,Fe,Crの元素マッピング図を示す。試験片断面の観察結果から、母材へのCeの拡散による反応相 (Fe-Ce相、Fe-Cr-Ce相、Cr濃化相) の形成及び最大反応深さは1h : 約210μm、100h : 約215μm、300h : 約420μmとなり、短時間で反応が急激に進行することを確認した。また、詳細分析により、各反応相はFe-Ce相 : CeFe_2 、Fe-Cr-Ce相 : $\text{Ce}_3(\text{Fe,Cr})_{29}$ 、Cr濃化相 : 金属Crを主体として構成されていることが確認できた。300hまでは一定深さの反応相が形成されても、Ceが供給され続ける限り反応は進行し、反応初期に形成されるFe-Cr-Ce相はCeの供給増加に伴い、安定なFe-Ce相となることを確認した。300h以降の試験結果の詳細については当日報告する。

*Takanori Tanigaki¹, Yuichi Tabata¹, Kei Nakagawa¹, Ken-ichi Fukumoto¹

¹University of Fukui, Research Institute of Nuclear Engineering.