

軽水炉シビアアクシデント時に構造材へ化学吸着したセシウム化合物の微細分布評価

Distribution measurement at microlevel of Cs chemisorbed compounds
onto stainless steel under LWR severe accident

*鈴木 恵理子¹, 小河 浩晃¹, 中島 邦久¹, 西岡 俊一郎¹, 逢坂 正彦¹, 山下 真一郎¹,
栗芝 綾子², 遠堂 敬史², 磯部 繁人², 橋本 直幸²

¹原子力機構, ²北海道大学

軽水炉シビアアクシデント時に生じるセシウムの構造材への吸着現象を詳細に調べるため、XPS や TEM によるマイクロレベルでの元素分布測定を行った。その結果、化学組成が異なる Cs-(Fe)-Si-O 化合物が分布していることが明らかとなった。

キーワード: セシウム化学吸着, 微細組織, ステンレス鋼

1. 緒言

軽水炉シビアアクシデント時、原子炉内の構造材にセシウムが高温で化学反応を生じて強固に固着する化学吸着により、Cs 化学吸着生成物としてセシウムシリケートが生成することが明らかとなっている[1,2]。Cs 化学吸着・再蒸発挙動の反応メカニズムの解明のためには、Cs 化学吸着生成物の詳細な化学形態や分布に関する知見が必要となるが、これまでの X 線回折法や走査型電子顕微鏡による分析では、微細に生成した Cs 化学吸着生成物のマイクロレベルでの同定や分布の把握には至っていない。そこで本研究では、Cs 化学吸着生成物の化学形態や分布を評価することを目的として、X 線光電子分光装置 (XPS) や透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いた微視的な元素分析を行った。

2. 実験方法

元素分析に供する Cs 化学吸着試験片は、試験温度 800~1000℃、試験雰囲気 Ar-5%H₂-(0, 5)%H₂O として、304 ステンレス鋼に CsOH 蒸気を作用させて作製した。XPS (ESCA210) 測定では、分析領域を約 500μm Φ とし、イオンエッチング (Ar⁺、加速電圧 3kV) との併用により深さ方向の元素分析を行った。また、TEM/EDS (JEM-2010X) 観察では、集束イオンビーム装置 (FIB: JIB-4600F/HKD) を用いて目的箇所から観察用微小試験片を取出すことで、局所的な組織観察及び元素分析を行った。

3. 結果

Fig.1 に、XPS により測定した深さ方向の元素分析結果から、特に生成の可能性の高いセシウムシリケートの構成元素 Cs、Fe、Si について元素比で表したものを示す。反応層において、母相と比較して Si/Fe 比が大きくなっていることから、高温酸化により Si が偏析し、シリケートを形成していると考えられる。また、深さ 15~30μm 程度において、Cs/Fe 比が上昇している一方で、Cs/Si 比は表面近傍 (1~4μm 程度) 及び母相 (40~μm) と比較して、有意な変動がみられなかった。表面近傍では CsFeSiO₄ (Cs : Si = 1 : 1) の形成が観察されていること[1]から、反応層内部においても Cs : Si = 1 : 1 の Fe を含まないセシウムシリケートの形成が支配的である可能性が示唆された。

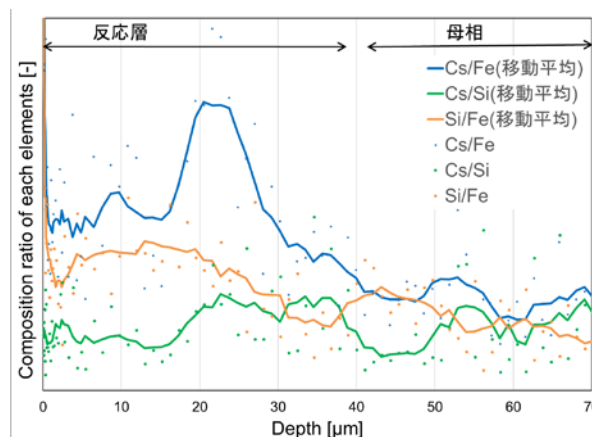


Fig.1 深さ方向の元素分布測定結果

参考文献

[1] F. G. Di Lemma et al., Nucl. Eng. Des. 305(2016)411 [2] F. G. Di Lemma et al., J. Nucl. Mater. 484(2017)174

*Eriko Suzuki¹, Hiroaki Ogawa¹, Kuniyoshi Nakajima¹, Shunichiro Nishioka¹, Masahiko Osaka¹, Shinichiro Yamashita¹, Ryoko Kurishiba², Takashi Endo², Shigehito Isobe², Naoyuki Hashimoto²

¹JAEA, ²Hokkaido University