

原子炉材料の放射影響解析を目的とした異常 X 線小角散乱法の開発

Development of anomalous small angle X-ray scattering method for analysis of radiation effect
in nuclear reactor materials

*富永 亜希¹、大場 洋次郎¹、菖蒲 敬久¹、谷田 肇¹、大和田 謙二²、金野 杏彩¹、諸岡 聡¹、
元川 竜平¹、熊田 高之¹

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 量子科学技術研究開発機構

原子炉材料候補である酸化物分散強化フェライト鋼は、原子炉内の高温、高放射線環境下で Cr の析出が促進され脆化が早まるという報告がある。本研究では析出物の元素由来を同定することが可能な放射光光源による異常 X 線小角散乱法(A-SAXS)の開発を行った。

キーワード：放射光, 原子炉材料, クロム (Cr), 異常 X 線小角散乱法(A-SAXS)

1. 緒言

鉄鋼材料において熱時効などによる相の成長や析出はフェライト相を硬化させ、材料劣化が進行して脆化することが知られている。析出物はナノメートルサイズであるため、この過程の分析には小角散乱が有力な手段である。しかし、Fe と Cr は原子番号が近いため、通常の X 線小角散乱法では Fe 相と Cr 相からの散乱を分離することは困難である。この様な複合材料の小角散乱には、異常 X 線小角散乱法(A-SAXS)[1]が適している。そこで我々は、Cr の相分離の様子を観察するため、大型放射光施設 (SPring-8) 原子力研究開発機構所有のビームライン BL22XU において A-SAXS 測定の開発を行った。

2. 実験方法

本実験の A-SAXS は、BL22XU にて測定した。モノクロメータにより単色化された X 線は 2 つのスリットで整形され、試料に入射する。散乱 X 線は、二次元検出器 PILATUS によって測定される。Cr 吸収端 (5.99keV) 付近の X 線では、空気や窓材からの散乱がのりやすい。そこで、試料周りに散乱の少ない SiN 結晶の窓を採用した。試料と検出器の間には、パス内部にダイレクトビームストッパーを内包し検出器側の散乱窓に炭素繊維強化プラスチックを用いた真空フライトチューブを新規に製作し設置した[2]。今回は試料として酸化物分散強化フェライト鋼を測定した。

3. 結果と考察

新規製作した測定系を用いて、バックグラウンドの低減に成功した。これを BL22XU に持ち込むことにより Cr からの小角散乱を測定することが出来、A-SAXS システムを確立することが出来た。A-SAXS 法を用いて得た酸化物分散強化フェライト鋼の Cr 析出物の小角散乱結果から、鉄鋼材料の熱時効により脆化が進むことを捉えることに成功した。発表では、A-SAXS 測定系の詳細と得られた測定結果を報告する。

参考文献

[1] Okuda et.al., 放射光 2006 (19) , p.409

[2] Kumada, Tominaga, et al., Radiat. Phys. Chem. submitted

*Aki Tominaga¹, Yojiro Ohba¹, Takahisa Shobu¹, Hajime Tanida¹, Kenji Ohwada², Azusa Konno¹, Satoshi Morooka¹, Ryuhei Motokawa¹ and Takayuki Kumada¹

¹Japan Atomic Energy Agency(JAEA), ²National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology(QST)