

M₂₃C₆の照射誘起非晶質化

Radiation induced amorphization of M₂₃C₆

*叶野 翔¹, 楊 会龍¹, John McGrady¹, 濱口 大², 安堂 正己², 野澤貴史²,
谷川 博康², 阿部 弘亨¹

¹ 東京大学, ² 量子科学技術研究開発機構

抄録

低放射化フェライト鋼 (F82H 鋼) に対し、高温下において 10.5 MeV の Fe イオンを照射し、M₂₃C₆ の照射誘起非晶質化を評価した。前報までに、RIA の形態学的変化として、結晶性の析出物周辺に非晶質部が形成されることを明らかとした。そこで、本報では、析出物の組成分析、高分解能 TEM 観察結果について報告し、その発現機構について考察する。

キーワード: 低放射化フェライト鋼, 照射損傷, イオン照射, 非晶質化, M₂₃C₆

これまでに、本研究 Gr では、F82H 鋼中の照射下における MX や M₂₃C₆ の相安定性評価として、HVEM ならびにイオン加速器を用いた評価からサイズ変化が観察されないような比較的低温、低照射量条件下においても、析出物組成等が変化することを確認してきている。また、前報では、M₂₃C₆ の照射誘起非晶質化 (Radiation induced amorphization : RIA) に着目し、RIA の臨界温度が 623 K 近傍に存在すること、さらには、析出物の形態変化として、結晶性の M₂₃C₆ の周辺に非晶質相が存在し、所謂、コア-シェル構造の析出物が形成されることを明らかとした。これらより、本報では、RIA の発現機構解明に向けて、種々の電子顕微鏡観察法を駆使した、析出物の更なるキャラクタリゼーションを試みた。

供試材として F82H 鋼 (F82H-BA12 鋼) ならびに、このモデル鋼 (Fe-8Cr-0.1C) を使用した。イオン照射は QST 高崎研の TIARA 施設にて実施し、照射温度 573-673 K にて、10.5MeV の Fe³⁺ を最大 20 dpa まで照射した。照射後試料は FIB による TEM 試験片のピックアップ、ならびに、低エネルギー Ar ビームスパッタリングによる薄膜化/加工ダメージレイヤーの除去後、複数の透過型電子顕微鏡を用いた、析出物の詳細観察を行った。

照射材の汎用 TEM 観察より、前報にて報告したコア-シェル構造の M₂₃C₆ 以外に、フラクタル状の析出物界面を有するものの存在も確認された。また、これらの高倍率 STEM-EDS 分析からは、析出物の主要な構成元素である Cr が母相中への溶出ないし拡散している挙動が確認された。これらは、析出物構成元素の母相中への拡散が M₂₃C₆ の RIA の発生機構に関与することを示唆する結果と考えており、当該反応は、A. T. Motta らが提案している析出物 (彼らは Zr(Cr, Fe)₂ を対象としている [1]) の RIA 機構と類似する。当日は、照射材の HRTEM 観察結果やモデル鋼中における析出物の挙動についても紹介し、イオン照射下における RIA 発現機構の解明に向けた考察を行う。

参考文献

[1] A. T. Motta, C. Lemaignan, J. Nucl. Mater., 195 (1992) 277-285.

*Sho Kano¹, Huilong Yang¹, John McGrady¹, Dai Hamaguchi², Masami Ando², Takashi Nozawa², Hiroyasu Tanigawa² and Hiroaki Abe¹

¹The University of Tokyo, ²QST.