

東京電力福島第一発電所事故におけるセシウムの化学的挙動に関する検討

(10) 球状 Cs 含有粒子の生成メカニズムに関する現象論的考察

Investigation of in-reactor cesium chemical behavior in TEPCO's

Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident

(10) Phenomenological generation mechanisms of spherical cesium bearing particle

*伊東 賢一¹, 鈴木 晶大², 大石 佑治³, 中森 文博³, 曳田 史朗¹,
野崎 謙一郎¹, 本多 剛¹, 溝上伸也^{1,4,5}

¹東京電力 HD, ²日本核燃料開発, ³大阪大学, ⁴原子力機構, ⁵国際廃炉研究開発機構

福島県および首都圏で観測された球形のセシウム含有粒子（以下、不溶性 Cs 粒子）は、構成成分および高温からの急冷を必要とする組織上の特徴から、福島第一原子力発電所 2 号機原子炉圧力容器（RPV）で生成したと考えられる。事故進展との関係を含め、不溶性 Cs 粒子の生成メカニズムを現象論的に考察した。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、セシウム化学、不溶性セシウム粒子、無機亜鉛塗料、核分裂生成物、原子炉隔離時冷却系、圧力抑制プール

1. はじめに

福島第一発電所事故によって福島県や首都圏に放出された不溶性 Cs 粒子は、Zn, Fe, Cs, Rb, Sn, K, Cl を含有するシリカ質の非晶質粒子である [1, 2]。本シリーズ発表 (5) (6) の実験結果から、不溶性 Cs 粒子は高温気相環境中で生成し、急冷却されたものと考えられる。また、発表 (9) の無機亜鉛塗膜分析の結果から、圧力抑制室 (S/C) 内面の無機亜鉛塗膜成分が不溶性 Cs 粒子の組成に関与している可能性が高い。本研究では、2 号機の事故進展の時系列との関係を含め、不溶性 Cs 粒子の生成メカニズムを現象論的に考察した。

2. 生成メカニズムの現象論的考察

原子炉隔離時冷却系 (RCIC) の運転時において、復水貯蔵タンク (CST) から S/C に水源が切り替えられた 2 号機が、塗膜成分関与の観点から、不溶性 Cs 粒子が発生源と考えられる。

不溶性 Cs 粒子は Mo や Ba をほとんど含んでいない。Cs の放出開始温度は約 1500°C (3)、揮発性が低い Mo, Ba の放出開始温度は約 2000°C (4) との実験例がある。不溶性 Cs 粒子が燃料温度 1500–2000°C 程度の期間に生成したと考え、2 号機 RPV 圧力測定値 (2011/3/14 夜) と対比すると、強制減圧後の炉心加熱から原子炉圧力の最初のピークまでの間 (21 時頃) がその条件に対応する。また、その直後の逃がし安全弁開による S/C へのガス放出が急冷の機会と解釈される。なお、塗膜成分の供給可能量から、不溶性 Cs 粒子の生成量は限定的と考えられる。また、燃料温度が 2000°C を超える条件になると、モリブデン酸セシウムが形成されると、ケイ酸セシウムの生成は抑制される可能性が考えられる。

3. まとめ

環境で観測された球形の不溶性 Cs 粒子は 2 号機で生成したものと考えられる。また、塗膜成分の量などから、その生成量は限定的と考えられる。

謝辞 本研究は、経済産業省「平成 27 年度補正予算廃炉・汚染水対策事業費補助金 (総合的な炉内状況把握の高度化)」の研究の一部を含む。

参考文献

[1] N. Yamaguchi, et al., Sci. Rep. DOI: 10.1038/srep20548, 2016, [2] T. Kogure, et al., Microscopy, DOI: 10.1093/jmicro/dfw030, 2016, [3] K. Une, S. Kashibe, JNST 27(11)1990,1002, [4] Y. Pontillon, et al., Nucl. Eng. Des. 240 (2010) 1853–1866.

*Kenichi Ito¹, Akihiro Suzuki², Yuji Oishi³, Fumihiko Nakamori³, Shiro Hikida¹, Kenichiro Nozaki¹, Takeshi Honda¹, Shinya Mizokami^{1,4,5}, ¹TEPCO, ²NFD, ³Osaka Univ., ⁴JAEA, ⁵IRID