## 1-5 原子炉内の放射性セシウムはどうなっているか - ステンレス鋼へのセシウム付着挙動を評価する-



図 1-13 Cs を付着させたステンレス鋼の微細組織観察結果

水酸化セシウム蒸気と反応させたステンレス鋼断面の微細組織観察により、Cs 付着層の厚さが 20 µm 程度あり、Si と Cs が似た 分布挙動を示していることから、両者が化合物を形成していることが示唆されました。さらに、表面のみならず付着層と母相との 境界領域にも Cs が分布しており、除去において考慮すべきことが分かりました。



東京電力福島第一原子力発電所におけるデブリ取出 し等作業時の作業員の被ばくを管理する上では、原子 炉構造物に付着した放射性セシウム(Cs)からの高エ ネルギー放射線による被ばくが重要となると予想されま す。このため、どこにCsが付着しているのか、付着し たCsをどのように除去すればよいのか、構造物を撤去 する際に発生するダスト中にCsはどの程度含まれてい るのか、解体廃棄物中にどの程度Csが移行しているの かなどの情報が必要であり、その推定には構造物への Cs付着挙動に関する知見が必要です。ところが、この ようなCsの付着挙動についてはほとんど調べられてい ません。

そこで私たちは、Csの付着挙動をメカニズムの面から明らかにするための研究を開始しました。これまでに、 基礎的な実験として、シビアアクシデント(SA)時の Csの化学形態の一つである水酸化セシウム蒸気を、炉 内構造物に多く使用されているステンレス鋼に800℃ 及び1000℃の高温で付着させる実験を行いました。実 験はSA時に生じる多様な雰囲気条件を考慮して、水素 (H<sub>2</sub>)や水(H<sub>2</sub>O)を含んだアルゴン(Ar)ガス雰囲気 中で行いました。Csを付着させた試料については、断 面の微細組織観察、元素分析及びX線回折(XRD)測 定による存在相の同定を行いました。 図 1-14 Cs を付着させたステンレス鋼と CsFeSiO₄ の XRD パターン比較

水酸化セシウム蒸気とステンレス鋼の反応により生成 した化合物は、XRD パターン及び元素分析の結果から CsFeSiO₄であることが分かりました。

これまでに、図 1-13 に示すように、ステンレス鋼中 に不純物として含まれるケイ素(Si)と Cs が付着面に おいて同様に分布することが分かりました。さらに表面 のCs付着領域の元素組成を詳細に調べたところ、Cs, 鉄(Fe)、Si がほぼ同じ濃度であることが分かりました。 また、図 1-14 に示すように、同領域の XRD 測定結果 は、 $CsFeSiO_4$ の XRD パターンと一致したことから、 Cs はこれまで言われていたステンレス鋼中の Si とだけ ではなく、Fe とも反応して化合物を形成していること が分かりました。Cs 付着量については、試験温度の上 昇とともに増加しましたが、水酸化セシウム蒸気が枯渇 した条件では800 ℃のときよりも1000 ℃の方が低下す ることがあり、一旦付着した Cs が再蒸発する可能性が 示唆されました。このように、Csの付着メカニズムは 複雑であるため、その解明のためには、CsFeSiO4の化 学的安定性や、付着した Cs の蒸発特性などを明らかに していく必要があります。

今後は、雰囲気条件等をパラメータとした Cs のステ ンレス鋼への付着試験を実施し、構造物への Cs 付着量 推定のために必要なデータを蓄積していきます。また、 付着した Cs の除去方法やダスト対策のために必要とな る水に対する Cs の溶出特性や付着 Cs の剥離特性など も調べていく予定です。

## ●参考文献

Di Lemma, F. G., Nakajima, K. et al., Surface Analyses of Cesium Hydroxide Chemisorbed onto Type 304 Stainless Steel, Nuclear Engineering and Design, vol.305, 2016, p.411-420.