原子炉起動時の腐食環境緩和及び放射性核種付着抑制技術の開発
ー(11) 炭素鋼への Pt 粒子付き Ni 皮膜形成による Co 付着抑制メカニズムの検討ー

Development of suppression method for deposition of radioactivity and mitigation of corrosive environment

-(11)- Suppression mechanism of Co deposition by Ni coat with Pt particles on carbon steel

*伊藤剛 [1]，細川秀幸 [1]，佐々木麻由 [2]，長瀬誠 [2]

[1] 日立･研開，[2] 日立 GE

貴金属注入水質に対応した化学除染後の炭素鋼の Co-60 再取込抑制技術を開発している。炭素鋼（CS）表面に Ni 金属皮膜を形成し、その上に貴金属注入を模擬して Pt 粒子を付着させた試験片を作製して Co-60 付着試験を実施し、Pt 付き Ni 金属皮膜による Co-60 付着抑制効果とそのメカニズムを検討した。

キーワード： コバルト、化学除染、ニッケル、貴金属、白金

1. 緒言

貴金属注入を適用した BWR プラントでは、化学除染した場合 Co-60 を含む酸化皮膜の溶解除去と共に付着した Pt が除去される。このため次サイクル運転開始から貴金属注入施工までの間、除染対象部において腐食環境緩和が不十分な期間が生じると共に、Co-60 の再付着が増加する。そこで、化学除染後のステンレス鋼表面に Pt 粒子を形成する Pt コートを開発し、Co-60 付着を抑制できることを確認した[1]。さらに、CS への Co-60 抑制対策として CS 表面に Ni 金属皮膜を形成する Ni コートを新たに検討した。これは貴金属注入水質では環境水中の Ni が酸化皮膜への Co 取込抑制に有効と確認されたことに基づいている。本研究では、予め Pt 粒子が付着した Ni 金属皮膜を CS 表面に形成した試験片を作製し Co-60 付着抑制効果を確認し、浸漬後のラマンスペクトルの結果から付着抑制メカニズムを検討した。

2. 実験

耐水研磨紙(#600)で研磨した CS 試験片を 1 L ビーカーに浸漬し、90℃に加熱後、Ni 濃度 200ppm(ギ酸 Ni)、ヒドラジン濃度 400ppm の水溶液に浸漬した。試験片は同時に 2 枚ずつ適宜取り出し、一方を Ni 金属皮膜量測定用に、他方を Co-60 付着試験用に用いた。Co-60 付着量への影響を調べるため、Ni 金属皮膜量が 0～420μg/cm^2 の試験片を作製した。この試験片を Pt 濃度 1ppm($Na_2[Pt(OH)_6]$)、ヒドラジン濃度 20ppm の 60℃の水溶液に 4h 浸漬して Pt コートした。試験片に形成された Ni 金属皮膜量及び Pt コート量は試験片を王水で溶解し、ICP-MS で Ni 及び Pt を定量して求めた。続いて、Ni と Pt をコートした試験片を、Co-60 を含む 280 ℃高温水(溶存酸素: 100ppb, 溶存水素: 40ppb, H_2O_2:160ppb, Zn: 5ppb)に 500h 浸漬した。試験片への Co-60 付着量は Ge 半導体γ線検出器、皮膜組成はラマンスペクトルで分析した。

3. 結論

Ni 付着処理後の試験片について、X 線回折で形態分析し、Ni 金属の形成を確認した。試験片の Ni 金属皮膜量は 0, 30, 100, 130, 210, 250, 290, 340 及び 420 μg/cm^2、0.5～1.9μg/cm^2 の Pt を付着させた。その結果、130μg/cm^2 以上の Ni 金属皮膜量では Co-60 付着量が直線的に低下し、420 μg/cm^2 では未処理試験片に対して約 1/6 に Co-60 付着量が低下した。図 1 に試験片のラマンスペクトルの結果を示す。Ni 金属の量の増加と共に試験片表面に $NiFe_2O_4$ の形成量の増加が確認された。つまり、CS 表面に $NiFe_2O_4$ が形成されることで Co-60 の付着が抑制されたと考える。

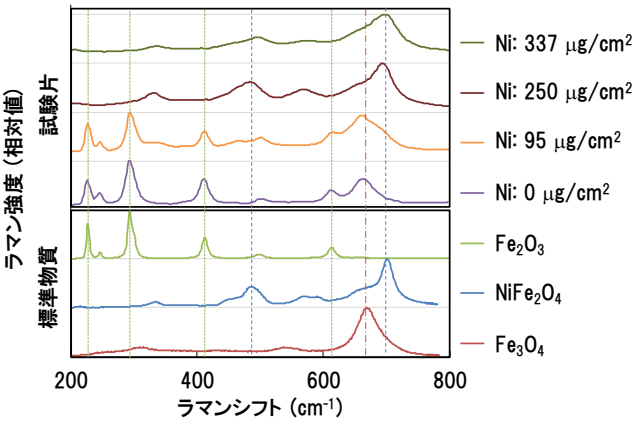

図 1　CS 表面のラマンスペクトル

参考文献　[1] 伊藤他 4 名、 原子力学会 2016 春の年会 1N07, [2] 細川他 3 名、原子力学会 2018 春の年会 2M07

* Tsuyoshi Ito [1], Hideyuki Hosokawa[1], Mayu Sasaki[2], Makoto Nagase[2]

[1]Hitachi, Ltd., [2]Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.