

日本原子力学会受賞内容

第46回（平成25年度）日本原子力学会賞技術賞（第4607号）

ラジオリシス反応解析に基づいた福島第一原発使用済燃料プールへのヒドラジン注入効果の提示

（独）日本原子力研究開発機構 本岡隆文、佐藤智徳、山本正弘

ヒドラジンとは聞き慣れない物質名称ですが、ロケットの燃料、人工衛星や宇宙探査機の姿勢制御用の燃料として使われています。また、プラスチック成型時の発泡剤、脱酸素剤としても広く使用されています。特に、火力・原子力発電用高圧ボイラーの防食剤として使用されています。今回の研究対象は、防食剤としてのヒドラジンです。

私どもの生活では様々な金属を加工して利用しています。針といった小さなものから、横浜ベイブリッジのような巨大な構造物などに金属が利用されています。我々の日常生活に不可欠な金属ですが、空気中や水中の酸素ととても反応しやすく、溶けたり腐食生成物（さび）を生成します。このことを腐食と言います。腐食は表面的に「さび」が発生することにとどまらずに、腐食が進むと厚さが減少したり、孔が空いたりすることもあります。さびは見た目（史観）の悪さもありますが、厚さの減少・孔があいたりすることは、化学プラントでは大変危険な事象です。腐食を防ぐ（防食）ための手段として、腐食の原因物質である酸素を金属と接触させない、環境中の酸素量を減らすなどが考えられます。酸素を環境中から除去する（脱酸素）する薬剤の一つがヒドラジンです。福島第一原子力発電所では、通常運転時には水質管理された水が燃料プールの冷却水として利用されていましたが、原発事故直後は、海水注入・水素爆発による瓦礫混入によりプール内の水は極めて金属が腐食しやすい水質となりました。腐食によるプールの損傷等が懸念されました。しかしながら、原発事故による高放射線環境のため、水質改善のための機器の設置には数ヶ月の時間を要することから、早急の防食策として脱酸素が検討され、ヒドラジンが試用されました。以上が本研究の背景です。

日本原子力学会誌に掲載されている受賞概要を抜粋し、本研究の概要を紹介いたします。

東日本大震災に伴う津波の影響で、東京電力福島第一原子力発電所（1F）の使用済燃料プール（SFP）の冷却機能が失われたため、緊急対策として海水が注入されました。その後、淡水での冷却に切り替えられましたが、高温状態の燃料プール環境の期間が続いたことと、海水由来の塩化物イオンの影響でSFP内の構造物の腐食が懸念されたため、何らかの防食対策を実施する必要性が生じました。そこで、東京電力株式会社は腐食対策としてヒドラジン注入を実施し始めました。

私達は、東京電力株式会社（東電）が実施し始めたヒドラジン注入による腐食対策に関して、電力中央研究所により実施された「福島第一原子力発電所腐食対策検討会」

に参加し、ヒドラジン注入効果に関する評価を独自の視点により極めて短時間で実施し、その有効性を明らかにしました[1]。

評価の概要は以下のとおりです。

ヒドラジンは、高温水における脱酸素処理剤として加圧水型原子炉一次系の起動時脱気にも使用されていますが[2]、事故後の1FのSFPの環境、すなわち、海水成分を含有した比較的低温で、水面が大気に接している際の効果は明らかではありませんでした。そこで、SFPの環境で特徴的な燃料集合体保管部位周辺の放射線量をモデル計算により予測し、日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所のガンマ線照射試験施設を利用して、放射線分解反応に基づいたヒドラジン注入による溶存酸素(DO)の低減効果とその海水成分による影響データを取得しました。

その結果、実機相当のガンマ線照射によりDOが著しく低減でき[3],[4]、かつ吸収線量率1 kGy/h以下のガンマ線照射でも十分な効果があること、並びにこの作用は海水由来成分の混入では変化しないことを示しました[3],[4]。この際、副次反応としてヒドラジン自身の放射線分解も発生します。DOが高い状態ではヒドラジンの分解は主としてDOとの反応に費やされますが、DOが低下した場合にはヒドラジンの分解反応が主体的になることを、実験結果とラジオリシス反応過程の解析により明らかにしました[5]。この結果は、数十ppm程度のヒドラジンの注入により、DOがほぼゼロにまで低減できて腐食抑制効果が期待できますが、DO低下後はヒドラジンが分解しその濃度が低下するので、定期的にヒドラジンを補給し続ける必要があることを示しています。これらの結果を、「福島第一原子力発電所腐食対策検討会」を通じて東京電力株式会社に示し、1FのSFPにおけるヒドラジンの間欠注入の実施とその管理方法に反映されています。なお、SFPでは現在も有効な防食対策としてヒドラジンの注入が継続されています[6]。

参考文献

- 1) 電力中央研究所、「福島第一原子力発電所腐食対策検討会報告書-使用済燃料プールの腐食対策-」委員会報告(改訂版): Q12801、平成25年3月。
- 2) S. Tubakizaki, M. Takada, H. Gotou, K. Hawatari et al., "Alternatives hydrazine in water treatment at thermal power plant", Mitsubishi Heavy Industries Tech. Rev., **46**(2), 43 (2009).
- 3) 本岡隆文、佐藤智徳、山本正弘、「ヒドラジンによる人工海水中の溶存酸素低減に及ぼすガンマ線の影響」、腐食防食学会「材料と環境2012」講演集、57-60 (2012).
- 4) 本岡隆文、佐藤智徳、山本正弘、「ヒドラジンによる人工海水中の溶存酸素低減に及ぼすガンマ線の影響」、日本原子力学会和文論文誌、**11**(4), 249-254 (2012).
- 5) T.Motooka, T.Sato and M.Yamamoto, "Effect of gamma-ray irradiation on the deoxygenation of salt-containing water using hydrazine", **50**(4), 363-368 (2013).
- 6) 例えば、URL: <http://www.aesj.or.jp/~wchem/3gennkou%20.pdf>