

福島原発構造材料等の長期健全性評価

Investigation of Long Term Integrity of Structural Materials
in Fukushima-Daiichi Nuclear Power Station

本岡 隆文¹⁾、上野 文義¹⁾、山岸 功¹⁾

Takafumi MOTOOKA, Fumiyoshi UENO, Isao YAMAGISHI

¹⁾日本原子力研究開発機構

(概要)

福島第一原発(1F)では、燃料の緊急の冷却のため海水を原子炉と使用済核燃料プールに注入した。このため、原子力材料にとって通常の水質管理条件を大きく逸脱した厳しい水環境となったが、海水成分を含みかつ高い放射線に曝された水環境での原子力材料の腐食挙動に関する知見は少ない。そこで本研究では、海水成分を含みかつ高い放射線に曝された水環境での原子力材料の腐食挙動(主に腐食速度)を取得する。本取得データを活用することにより、原発内機器の腐食損傷進展の予測や、被曝を軽減した計画的な機器保全計画の立案が可能になると期待される。

キーワード:

ガンマ線照射、炭素鋼、希釈人工海水、腐食、腐食速度

1. 目的

本研究は、海水成分を含みかつ高放射線に曝された水環境での原子力材料の腐食挙動(主に腐食速度)を取得し、本取得データを活用することで原発内機器の腐食損傷進展の予測を可能とすることを目的としている。本研究では、これまで高線量率に着目されて来た腐食速度へのガンマ線照射の影響の検討例¹⁻⁴⁾に対して、検討例の少ない100Gy/h以下の低線量率条件における希釈人工海水中での炭素鋼の腐食挙動のデータを取得することを目的とした。

2. 実施方法

炭素鋼を加工して作製した試験片(4x1x0.2cm、表面積10cm²)を人工海水アクアマリンを純水で200倍希釈した液250mLに浸漬し、Co-60ガンマ線を0, 1, 10, 100 Gy/hで照射しながら1, 272h及び2, 256h浸漬した。1, 272h浸漬試験は再現性を確認するため2回実施した。浸漬後、重量を測定して浸漬前からの重量減量を求めて腐食速度を算出した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

図1に0~100Gy/hの線量率で1, 272h照射した炭素鋼の腐食速度の線量率による変化を示す。1Gy/h以上の照射により、腐食が有意に加速していることがわかった。また10Gy/h以上の照射では、腐食速度はほとんど変化しなかった。

図2に1, 272hと2, 256hの浸漬による腐食速度を比較した結果を示す。1Gy/h以上の照射により、腐食が有意に加速する結果に変わりはない。1, 272hから2, 256hに浸漬時間が増大したことに伴う腐食速度の大小関係がばらついてはいるが、その差は小さく、腐食速度の大きな変化はなかったと考えられる。

以上から、低線量率の1Gy/hの照射でも照射なしの場合に比べて腐食速度は有意に増加し、腐食が加速することが明らかとなった。ガンマ線照射による腐食加速の機構は、水の放射線分解により過酸化水素が生成し、水環境中の酸化力を高めるためと考えられている¹⁻⁴⁾。

今後は、水環境中の腐食性に関与するイオンの濃度等について、ラジオリシス解析による予測や実験による水の化学組成分析等を行って、腐食加速の機構について明らかにする必要がある。

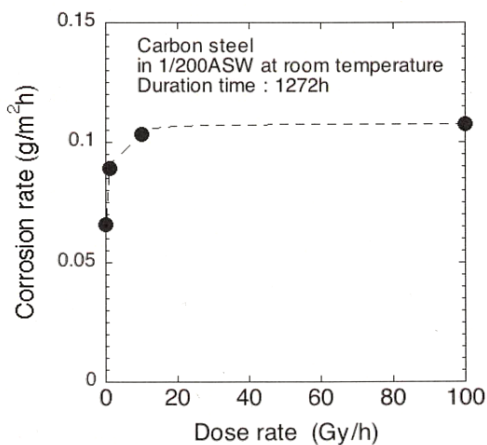


図1 炭素鋼の腐食速度の線量率による変化

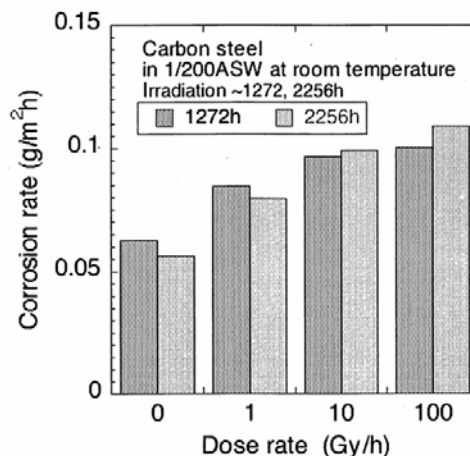


図2 長時間浸漬による炭素鋼の腐食速度変化

4. 引用(参照)文献等

- 1) T. Motooka, T. Sato, et al., “Effect of gamma-ray irradiation on the deoxygenation of salt-containing water using hydrazine”, Journal of Nuclear Science and Technology, 50, (2013) 363-368.
- 2) 中野、山本他, “ガンマ線照射下におけるヒドラジン添加希釈人工海中での炭素鋼および低合金鋼の腐食”, 日本原子力学会和文論文誌, 13, 1 (2014) 1-6.
- 3) T. Motooka, et al., “Effect of gamma radiolysis on pit initiation of zircaloy-2 in water containing sea salt”, Journal of Nuclear Science and Technology, 51, (2014) 987-995.
- 4) 本岡、上野, “ガンマ線照射下における炭素鋼の腐食挙動に及ぼす塩化物濃度の影響”, 材料と環境, 64, (2015) 220-223.