

# 分散剤添加による軽水炉一次系線源低減技術の開発

—PWR 一次系条件におけるポリアクリル酸の放射線分解と金属酸化物溶出試験—

キーワード：分散剤，ポリアクリル酸，キレート剤，鉄酸化物，放射線分解

報告書番号：Q14014

## 背景

国内原子力発電プラント（加圧水型原子炉 PWR および沸騰水型原子炉 BWR）では、被ばく低減を目的として亜鉛注入等の対策が講じられており、一定の効果が得られている。しかしながら、海外プラントと比較して国内プラントの被ばく線量は依然として高く、さらなる線量低減対策を講じる必要がある。当所では、原子力発電プラント一次系に分散剤を添加することで線源を低減する技術の開発を目指している。一次系では添加物が放射線に曝されることから、その放射線分解挙動を調べる必要がある。また、BWR 条件では、幅広い薬剤候補の中から腐食生成物除去に最も有効なものを選定する必要がある。

## 目的

PWR 一次系条件におけるポリアクリル酸（PAA）水溶液の放射線分解挙動を調べるとともに、BWR 炉水条件で有望な有機薬剤の選定を行う。

## 主な成果

### 1. PWR 一次系条件における PAA の放射線分解挙動

(1) 500 ppm PAA(Mw = 16,000) <sup>注1)</sup> 水溶液<sup>注2)</sup> を 320°C とし、 $\gamma$  線 10 kGy および 100 kGy 照射後に生成物を分析した。 $\gamma$  線照射によって全有機炭素（TOC）濃度は大幅に低下した。炭素を含む化合物の中で収量が大きかったのは CO<sub>2</sub> と酢酸イオンであるが、初期に添加した PAA の量に比べると少なかった（図 1）。

(2)  $\gamma$  線照射により PAA の分子量は大幅に低下する（表 1）が、照射後も反応が続いた。

(3) PAA 水溶液の放射線分解シミュレーションを 300°C 条件下で行った（図 2）。吸収線量が 5 kGy を超えると PAA が枯渇する。数 kGy までは PAA ラジカルの主鎖切断が支配的であるが、分子量の緩やかな変化とあわせると、それ以上の吸収線量では不均化反応<sup>注3)</sup> が支配的な段階に移行するものと考えられる。

以上より、PAA の放射線分解で材料に悪影響を与える因子は見られなかった。

### 2. BWR 炉水条件における鉄酸化物溶出試験

分散剤 3 種類、キレート剤 3 種類を候補薬剤とし、180°C の高温水中でマグネタイトあるいはヘマタイトから鉄を溶出させる効果を実験により調べた。酸化物と雰囲気の違いの組み合わせでも PAA（16,000）添加時に鉄溶出量は最も多かった（図 3、図 4）。温度は異なるものの、BWR 条件で PAA（16,000）は腐食生成物除去に最も有望であると考えられる。

## 今後の展開

PAA の放射線分解挙動に基づき水質条件を適切に設定し、PWR 一次系条件で材料健全性試験を実施する。また、BWR 条件で有望な PAA (16,000) の放射線分解挙動を評価する。

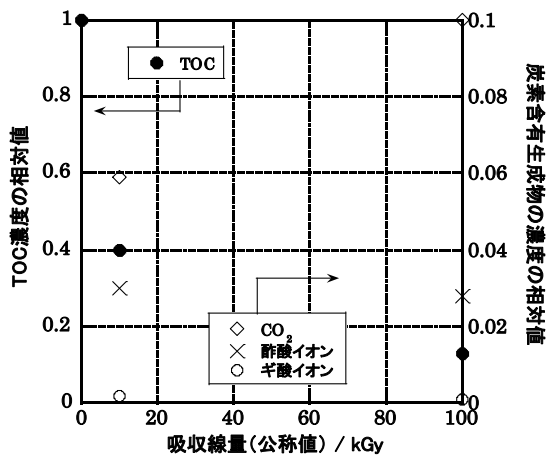


図1 TOC 濃度および炭素含有生成物濃度の変化  
TOC 濃度、炭素含有生成物とも初期 PAA 濃度に対する相対値で表す。

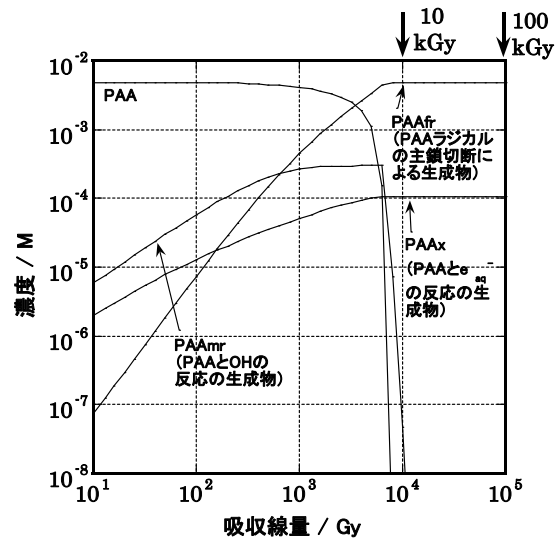


図2 PAA 水溶液の放射線分解シミュレーションの結果 (500 ppm PAA、Ar 脱気、300°C、中性)

表1 照射による PAA の平均分子量の変化

	照射前	21 または 22 日後	27 または 28 日後
10 kGy 照射後	23,100~23,900	1,800	—*
100 kGy 照射後		1,800	—*

\*) クロマトグラム上にピークがなかった。分子量が小さくなったことを示唆している。

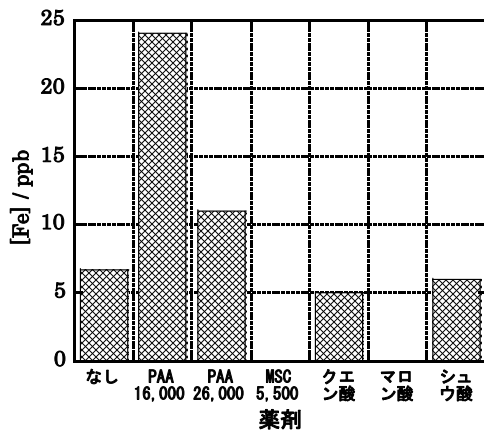


図3 鉄溶出量の比較 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3 g / Ar 脱気)

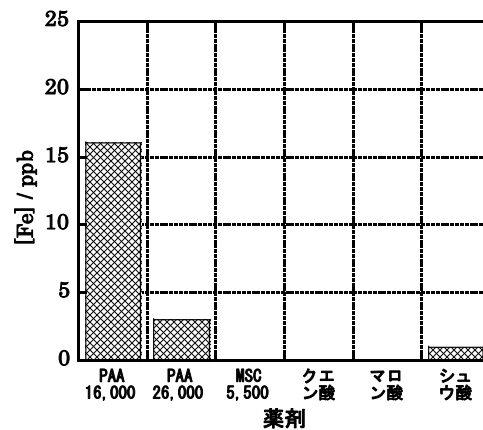


図4 鉄溶出量の比較 (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 3 g / DO 400 ppb)

注1) Mw は高分子の重量平均分子量を表す。PAA (16,000) の分子量は公称 16,000 であるが、実測ではそれより大きかった。

注2) PWR 一次系模擬のため、ほう素 400 ppm、リチウム 2 ppm が含まれる。

注3) 同一種類の物質から異なる 2 種類の物質が生成する反応のこと。

研究担当者	堂前 雅史 (材料科学研究所 構造材料領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 材料科学研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 046-856-2121(代) E-mail : msrl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

報告書の本冊(PDF 版)は電中研ホームページ <http://criepi.denken.or.jp/> よりダウンロード可能です。

[非売品・無断転載を禁じる] ©2015 CRIEPI 平成27年4月発行