

PWR 廃止措置向け化学除染技術の開発 (2) オゾン濃度評価手法の構築

Development of the advanced T-OZON_{TM} for PWR decommissioning

(2) The evaluation of ozone concentration by experiment and computational fluid dynamics

*吉井敏浩¹ 矢板由美¹ 根岸孝次¹ 山本泰¹

¹ (株) 東芝

PWR 廃止措置時の解体前系統除染として、オゾンを活用した除染技術の開発を行っている。本報では、要素試験によるオゾンの濃度推移の把握と、CFD を活用したオゾン濃度予測評価法の構築を行った。

キーワード：オゾン、除染、PWR、廃炉、原子炉、SG

1. 緒言

除染は給水中にオゾンを含む気泡を注入し行う。従って、PWR1 次系全体を除染するためには、除染領域のオゾン濃度分布を評価し、注入するオゾン量を計画する必要がある。このため、蒸気発生器(SG)の伝熱管を模擬した試験体を作成し、オゾン濃度の推移を把握するとともに、オゾン濃度を予測する評価手法を整備し計測値と比較を行った。

2. オゾン濃度評価モデルと試験体系

給水中のオゾン濃度は、水中に溶けたオゾンが時間とともに自己減衰するとともに、気泡から水へオゾンが供給される。本評価は、これまで模擬していた自己減衰に加え、気泡から水へのオゾン供給モデルを整備し適用した。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = K_L \times a \times (C^* - C) - kC \quad \dots (1)$$

K_L : 物質移動係数 (m/s) C^* : 飽和オゾン濃度 (kg/m³)
 a : 気液接触面積 (m²/m³) k : 減衰係数 (1/s)

図 1 に試験体を示す。試験体は内径 20mm、長さ 15m の渦巻配管である。試験では、ミキサーポンプで給水を循環させるとともに、ポンプでオゾンを微細化して注入し、渦巻配管前後のオゾン濃度を測定した。 $K_L \times a$ は未知数であり、試験結果より評価した。

解析体系は試験体と同形状の格子とし、気泡を含む水を扱うため、オイラー二相流とした。また、オゾンをスカラーで定義し、オゾンの自己減衰と気泡から水へのオゾンの供給をモデル化した。

3. 数値評価結果と考察

図 2 に試験体のオゾン濃度分布解析結果を、図 3 に試験と解析の軸方向オゾン濃度の比較を示す。気泡から給水へのオゾン供給モデルを追加すると、試験体出口でのオゾン濃度は 3.25ppm となり、試験計測値に近い結果となった。

4. 結言

従来のオゾンの自己減衰モデルに加え、気泡からのオゾン供給モデルを追加した CFD 評価手法を整備し、SG を模擬した管を対象としたオゾン濃度評価を実施した。その結果、オゾン供給モデルを追加することにより、試験計測値により近い評価が可能となった。

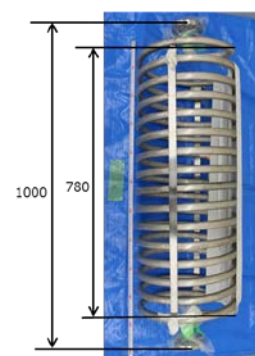


図 1 試験体

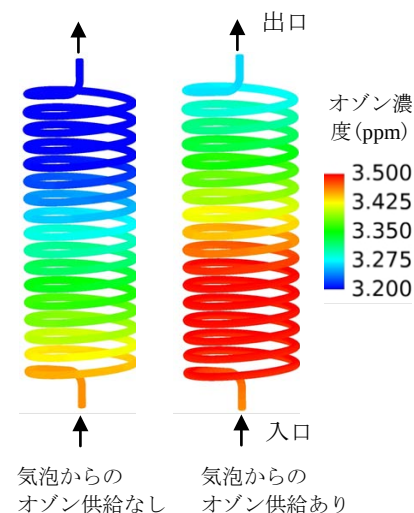


図 2 オゾン濃度分布

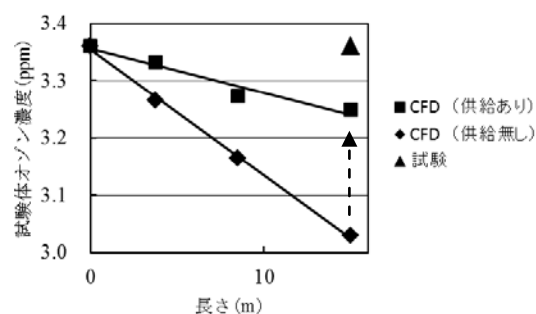


図 3 軸方向のオゾン濃度

*Toshihiro Yoshii¹, Yumi Yaita¹, Koji Negishi¹, Yasushi Yamamoto¹

¹Toshiba Corporation Power Systems Company