

1. 軽水炉発電

流れ加速型腐食に対する影響因子の定量的な評価 — 流体力学因子と減肉量との相関 —

背景

原子力発電プラントの運用・管理において、系統配管の減肉現象は重要な問題である。減肉現象の中でも、炭素鋼配管の大規模な破損に至る可能性がある流れ加速型腐食 (FAC)^{*1} には十分な注意が必要である。FAC はオリフィスの下流域やエルボ等の、流れの乱れが発生する部位において多く見られる。しかし、各部位の配管形状に起因する流動特性と FAC による減肉量との相関はこれまで明解に示されていない。FAC に及ぼす流動因子の影響を定量的に解明できれば、配管形状に相応した、有効な FAC 対策や適切な配管減肉検査の確立に役立つと考えられる。

目的

FAC による減肉量と流速や変動流速との相関データを取得し、それらの流動因子の影響を解明する。

主な成果

1. 矩形流路の二次元的な縮流体系において、炭素鋼試験片 (STPT480) に対する FAC による減肉実験 (図1参照) を 30 日間実施し、以下の知見を得た。
 - (1) 試験片上の減肉量分布をレーザ変位計^{*2} により定期的に計測した。この結果、減肉による窪みや酸化皮膜の形成過程といった、表面形状の凹凸の時間変化を示すデータを取得した。(図2参照)
 - (2) 実験後の試験片は、流速条件によって全く異なる外観を示した (図3参照)。そして実験で得た最大減肉率の値は、流路平均流速の 2 乗にほぼ比例した。オリフィスを用いた既存実験データ^{*3} も定性的に同様の傾向を示すことから、オリフィスや弁といった絞りを伴う配管部位における FAC 減肉量の推定に、この定性的な傾向を適用できる可能性があることがわかった。(図4参照)
2. 上記減肉実験と同様の縮流体系に対する流体数値計算^{*4} を実施し (図5参照)、その計算結果を実験による減肉傾向と比較した。その結果、試験片の表面上の局所的な流速や変動流速 (乱流成分) は共に、一部の高い減肉傾向を示したデータを除き、局所減肉率に対してほぼ比例する相関が得られた (図6参照)。

今後の展開

減肉実験により、FAC に対する流動因子の影響に関する知見を更に拡充し、局所的な減肉率に対する、流速と変動流速の影響を分離した評価を行う。また、実機配管のオリフィスや弁における減肉率の普遍的な評価手法を確立する。

主 担 当 者 原子力技術研究所 発電基盤技術領域 主任研究員 米田 公俊、主任研究員 森田 良

関連報告書 「流れ加速型腐食に対する影響因子の定量的な評価(その1)」電力中央研究所報告:L06007
(2007年3月)

^{*1} 炭素鋼・低合金鋼配管の酸化皮膜の腐食が、管内の流れによって促進される減肉現象 (Flow Accelerated Corrosion)

^{*2} KEYENCE 社製レーザ変位計 LKG-150: 三角測量原理を用いて対象物までの距離を計測する機器 (測定分解能: 0.5 μ m)

^{*3} Bignold, et al., Proc. 8th Int. Cong. Metallic Corrosion (1981)

^{*4} 自社流体数値計算コード MATIS-I 使用

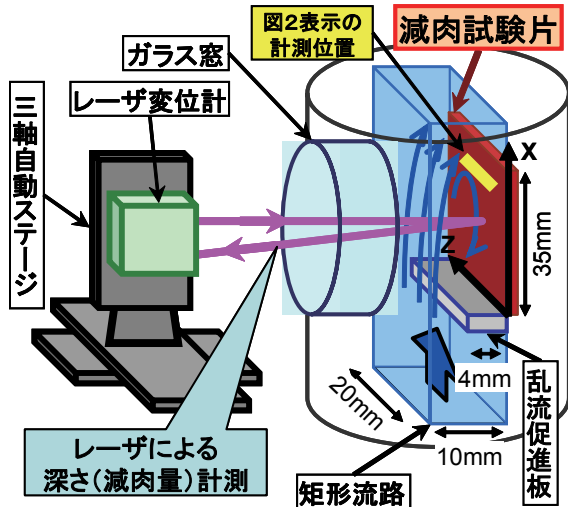


図1 減肉実験体系と減肉量の計測方法

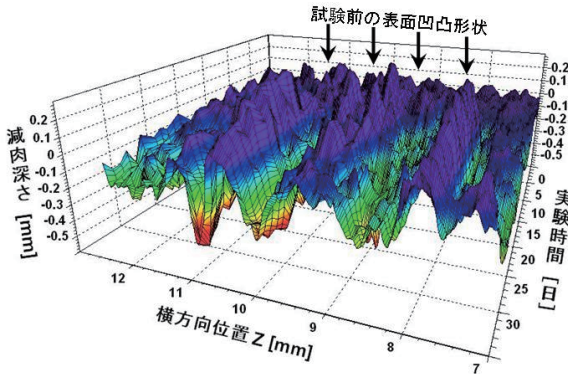


図2 減肉試験片上の特定位置 (X=24mm、図1参照)におけるFACによる減肉進行 (表面凹凸形状の時間変化)の例 (流路平均流速 V=9.9m/s)

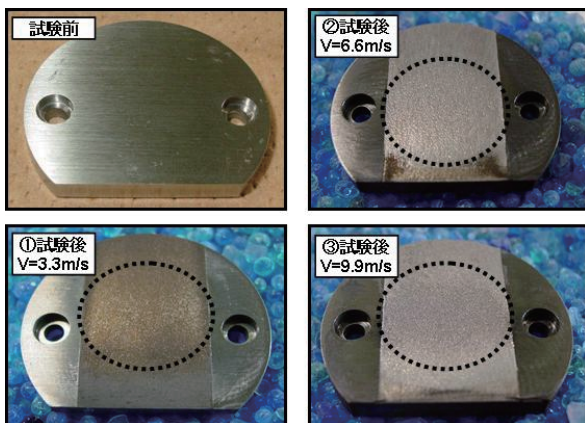


図3 減肉試験片の試験前後の外観写真

- ① 流路露出面に酸化皮膜が形成し点線円内でやや減肉が進行
- ② 酸化皮膜が少なく点線円内で減肉による多くの窪みが出現
- ③ 酸化皮膜が少なく点線円内で減肉による激しい凹凸が出現

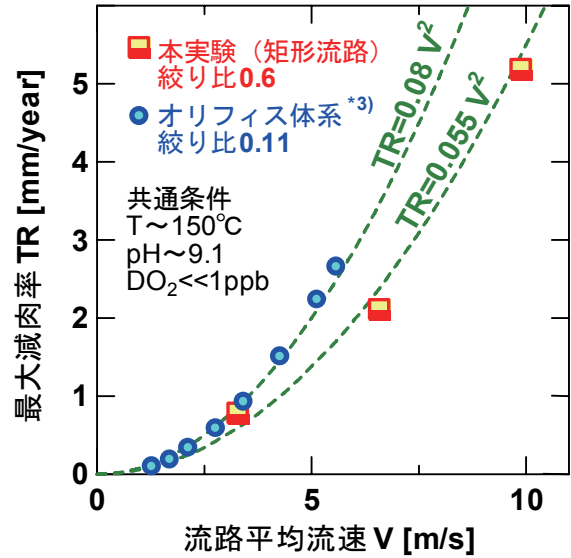


図4 流路平均流速と最大減肉率との相関

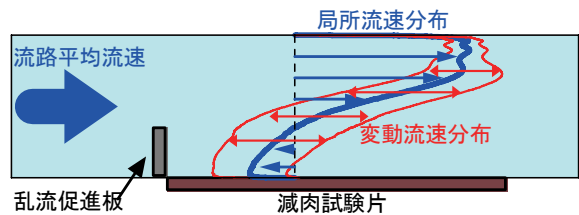


図5 数値流体計算の結果例 (減肉試験片上の流速及び変動流速の分布)

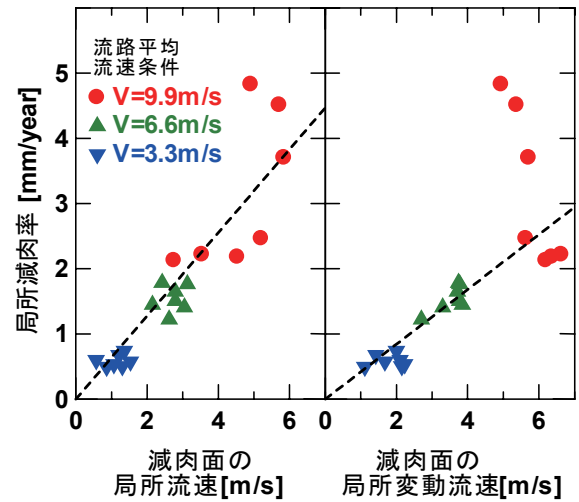


図6 減肉面の局所流速及び局所変動流速 (計算値)と局所減肉率 (実験値)との相関