

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）

- 流体力学因子と減肉率との相関 -

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。減肉現象の中で最も注意すべきものは、大口径炭素鋼配管の大規模な破損に至る可能性を持つ流れ加速型腐食（FAC）である。配管の健全性を維持し、プラントを合理的に管理する為には、減肉量の定量的な予測に基づく検査が求められる。FACによる減肉量の定量的な予測には、関与する影響因子と減肉量との相関データにより、現象の物理的なメカニズムに則ったモデルを構築・検証することが必要である。FACに対する流体力学因子の影響としては、定性的に流速や流れの乱れの増大と共に減肉量も増大することは既知である。しかし、種々の配管形状に起因する、平均的あるいは局所的な流動特性に対する減肉量の定量的な予測を行うには、十分な知見が得られていない。

目的

FACによる減肉量と流体力学因子との相関データを取得し、減肉量に及ぼす流速や変動流速の定量的な影響を解明する。

主な成果

矩形流路の二次元的な縮流体系におけるFACによる減肉実験（図1参照）及び同体系に対する流体数値計算（図2参照）を実施し、以下の知見を得た。

- 炭素鋼（STPT480）試験片を用いた減肉実験では、試験片上の減肉量分布をレーザー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がわかり、表面形状の時間変化を示すデータを取得した。（図3参照）
- 減肉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^{*1}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）

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5参照）。しかし、流速と変動流速の影響度合を定量化する為には、双方の効果を分離した条件における評価が、今後必要である。

今後の課題

実機配管の絞り部の下流側における減肉率の普遍的な評価手法を確立する。また局所的な減肉率に対する、流速と乱流の影響を分離した評価を行う。

*1) Bignold, et al., Proc. 8th Int. Cong. Metallic Corrosion (1981)

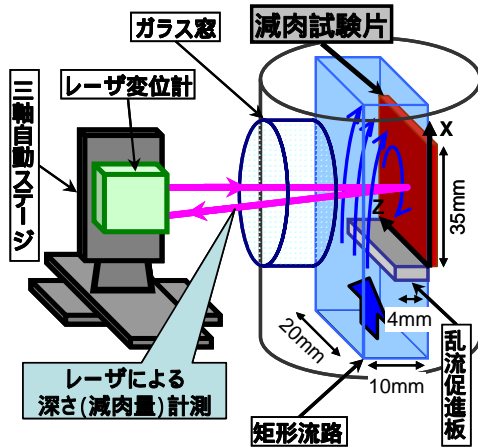


図1 減肉実験体系と減肉量の計測方法

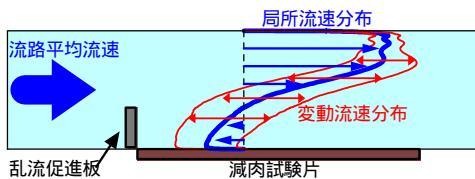


図2 数値流体計算の結果例

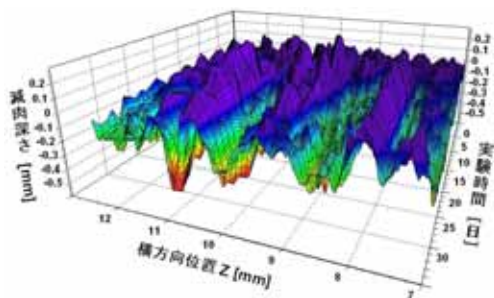


図3 減肉試験片の表面形状の時間変化例
(流路平均流速 $V=9.9\text{m/s}$ 、 $X=24\text{mm}$ の位置)

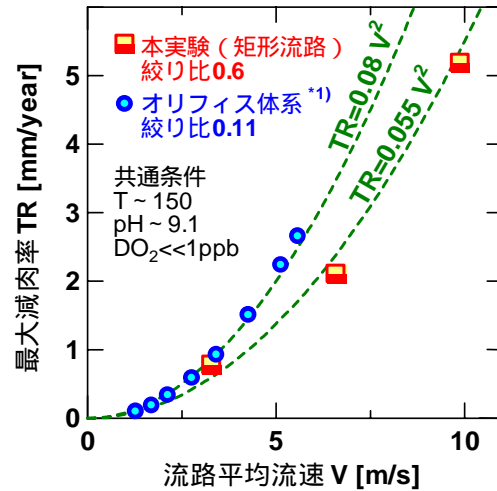


図4 流路平均流速と最大減肉率との相関

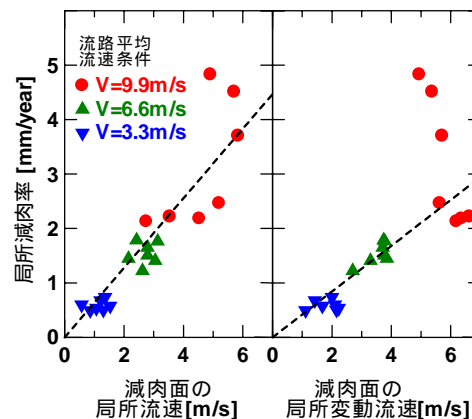


図5 減肉面の局所流速及び局所変動流速(計算値)と局所減肉率(実験値)との相関

研究報告 L06007	キーワード：配管減肉、流れ加速型腐食、減肉率、平均流速、変動流速
関連研究報告書	「配管減肉現象に関わる流動特性の解明(その1) - 単相流中のオリフィス下流域の乱流特性 - 」L05007(2006.7) 「配管減肉現象に関わる流動特性の解明(その2) - 配管径及びオリフィス径に依るはく離領域の流動特性 - 」L06006(2007.5)
担当者	米田 公俊 (原子力技術研究所・発電基盤技術領域)
連絡先	(財)電力中央研究所 原子力技術研究所 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail: ntrl-rr-ml@criepi.denken.or.jp