

配管減肉・減肉耐震評価

背景・目的

経年水炉で考慮すべき事象の一つに、配管での流れ加速型腐食（FAC）および液滴衝撃エロージョン（LDI）による減肉現象がある。配管は肉厚測定に基づいて減肉率と余寿命が管理されているが、定期検査あたり数百箇所、多い場合には千箇所を超える肉厚測定が行われている。

本課題では、肉厚測定箇所の重点化などを目的として、局所的な減肉分布まで予測可能な FAC、LDI 評価法を開発する。また、減肉配管の耐震評価について、現行要求されている全面減肉を仮定した評価結果と、実機配管に多く見られる局所的な減肉を考慮した評価結果を比較し、減肉耐震評価基準の高度化に必要な知見を取得する。

主な成果

1. FAC 減肉予測評価モデルの予測性能向上への取組み

プラント配管の流動解析と当研究所で開発中の FAC 減肉予測評価モデルとを組み合わせ、エルボやオリフィス等の各種配管要素の減肉分布に与える形状・流動パラメータの影響を定性的に評価した。T 字合流管の場合は、顕著な減肉領域は合流部の下流側において左右対称に分布すること、減肉率や分布傾向は主管・枝管の口径比と流速比に依存することがわかった（図1）。

2. LDI 減肉予測評価モデルの予測性能向上への取組み

当研究所で開発した LDI 減肉予測手法を用いて、実機プラントのベント系配管における LDI 事例の評価を行った。オリフィス部からエルボに至る高速蒸気流と液滴拳動の流動解析を基にエルボ部の減肉量を評価し、実機データと比較した結果、エルボ背側における減肉量の分布形状が概ね評価できることを示した（図2）。

3. 減肉配管の耐震性評価

局部減肉した配管エルボ部の耐震性を把握するために、配管系全体をモデル化した数値解析と評価部位を模擬した試験体の加振とを連携させたハイブリッド地震応答実験を行い、全面減肉と局所減肉の耐震強度の比較を行った。減肉量は板厚の 25%、50%、75% とし、局所減肉形状は実機の典型的な LDI による減肉形状をもとに安全側の結果となるような形状とした。この結果、全面減肉の場合、減肉量の増加に伴い強度比が大きく低下するが、局所減肉の場合には 75% 減肉でも健全配管に対する強度の比がほとんど低下しないことが明らかとなった（図3）。このことから、局所減肉配管に対して全面減肉を仮定した耐震性評価は、配管の耐震強度に関して大幅に安全側の評価となっていることを意味している。

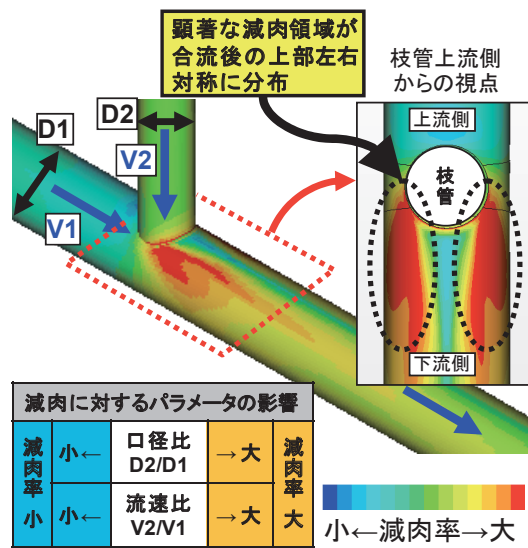
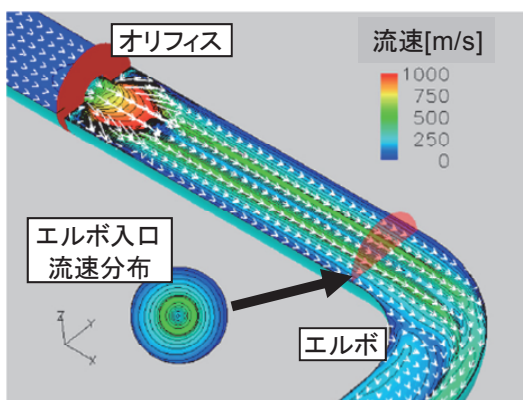
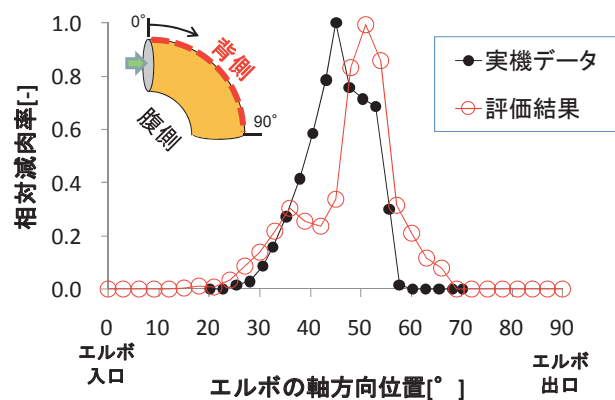


図1 T字合流部下流域の減肉分布傾向と減肉率に対する形状・流動パラメータの影響
枝管と主管の接合部から下流側で、顕著な減肉領域が左右対称に分布する。

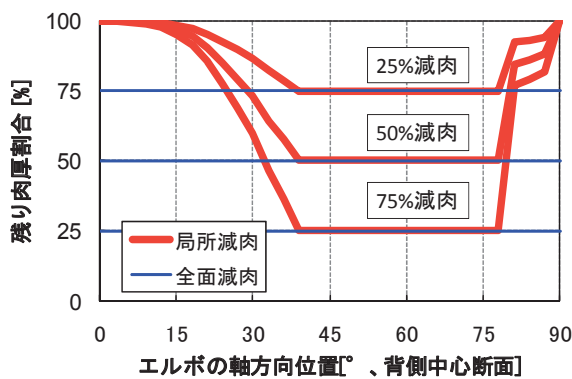


(a) オリフィスからエルボ部までの蒸気流速・液滴挙動分布

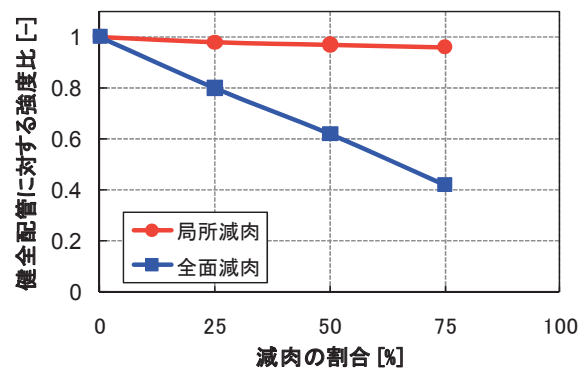


(b) エルボ背側の減肉形状の評価結果と実機プラント計測データとの比較

図2 実機プラントベント系配管エルボ部の3次元流動評価とエルボ背側軸方向の減肉率分布評価例
オリフィスからの噴流が衝突し易い45°前後で顕著に減肉する現象を概ね評価できている。



(a) エルボ部背側の減肉パターン



(b) 局所減肉及び全面減肉したエルボの耐震強度の評価結果

図3 エルボ部の代表減肉パターンと健全配管に対する耐震強度の比の評価結果
局所減肉の場合は75%減肉でも健全配管と比べて耐震強度はほとんど低下していない。