

液滴衝撃エロージョン評価システムの開発

背景

発電プラントの運用・管理において重要な課題である配管減肉現象である流れ加速型腐食(FAC)および液滴衝撃エロージョン(LDI)に関して、当所では発電所での保守・管理に役立つ減肉予測評価ツールの構築を最終的な目標として研究を進めている。

LDI については、支配因子である流動因子(流速・湿り度など)の配管内の分布状況の高精度・高効率な把握が、これまでの研究により可能となった。しかし、配管系全体での LDI の評価を行うためには、これら個々の技術・知見を組合せて評価の手順・方法などを整理し、体系だった LDI の評価システムを構築する必要がある。

目的

LDI 評価ツールのコアの部分となる、配管内の LDI 発生箇所を評価出来るシステムを、流動評価技術や LDI との相関などの個々の技術・知見を用いて構築する。

主な成果

1. LDI 評価システムの構築

入力条件として、配管系の上下端における流動条件・配管のレイアウトを与え、

- ① 全体流動評価: 当所の開発した流動計算コード“MATIS-SC^{*1}”、“MATIS-SP^{*2}”を用いて配管系の流動状況を評価する。
- ② 局所流動評価: 配管系の各エルボなどの LDI 評価対象箇所において液滴の挙動を計算し、液滴が対象箇所に衝突する割合(液滴衝突割合)を評価する。
- ③ LDI 感受性の評価: 評価対象箇所における流動状態・液滴衝突割合を考慮して、LDI による減肉の発生可能性を評価する。

の手順により、LDI を評価するシステムを構築した(図1)。

2. モデル配管を用いた LDI 評価システムの試計算

オリフィスを有する蒸気配管体系(図2)において評価システムの試計算を実施した。既存知見である流動と LDI 減肉量との相関から流速・湿り度を考慮した関数と、更に液滴衝突割合まで考慮した関数を評価関数として、各エルボ位置における流動状況(図3)から減肉発生可能性の順位を評価するモデルを構築した。その結果、液滴衝突割合を考慮する事で減肉の発生可能性が変化する事が分かり、流速・湿り度などの既存知見で考慮されている流動状態の他に、液滴衝突割合も LDI に影響を与える重要な因子となる事が分かった(表1)。

主 担 当 者 原子力技術研究所 発電基盤技術領域
PLM 総括プロジェクト配管減肉研究ユニット 主任研究員 森田 良

関連報告書 「液滴衝撃エロージョンに関わる流動特性の解明(その1)ー蒸気実験による液滴径の計測ー」、電力中央研究所報告:L06008(2007年6月)
「液滴衝撃エロージョンに関わる流動特性の解明(その2)ー流動評価技術の高度化ー」、電力中央研究所報告:L07016(2008年6月)

*1 : Multi-dimensional Accurate Time Integration Simulation for Steam with Condensation

*2 : Multi-Phase Accurate Time Integration Simulation for Steam in Piping

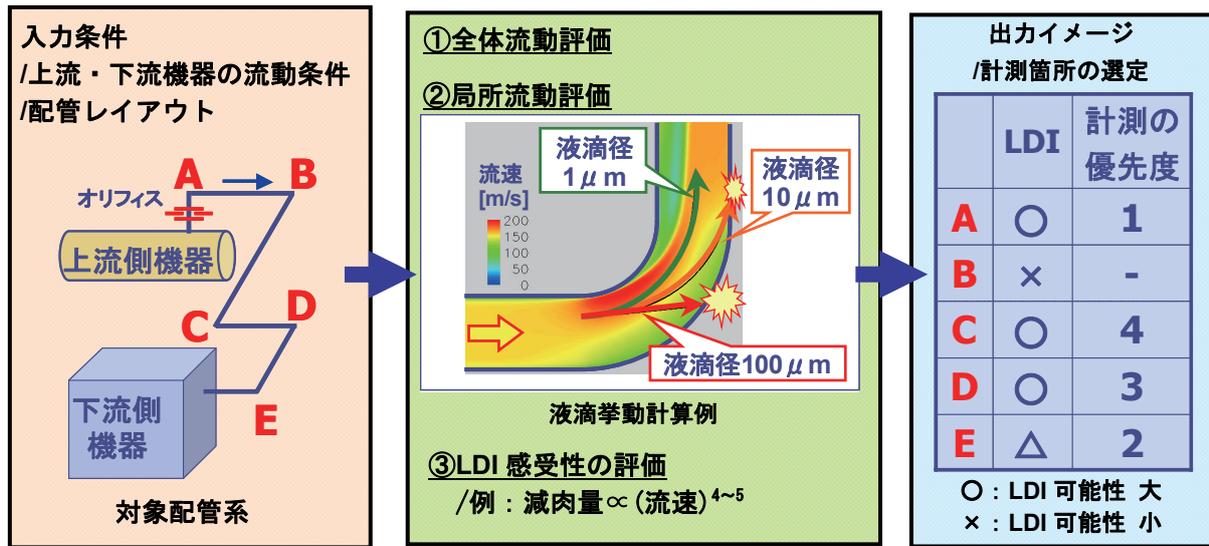


図1 LDI評価システムの概要と計測箇所の選定評価イメージ
LDI発生を検討対象となる配管系統・箇所は蒸気配管系のエルボ部とし、
上流・下流の流動条件やレイアウトを入力条件としてLDIの発生可能性を評価する。

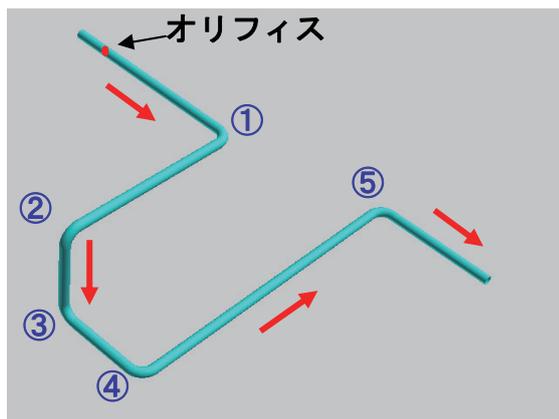


図2 蒸気配管系モデル
LDI評価システムの試計算として、
オリフィスで流れが絞られる蒸気配管系の
① ⑤のエルボにおけるLDI評価を実施した。

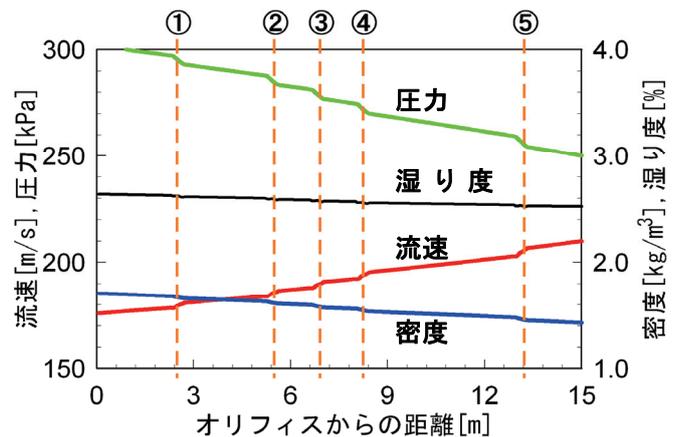


図3 配管内の流動分布
MATIS-SPコードを用いて配管内の流動分布を計算。
下流に向かって密度・圧力は低下し、
流速は増加する傾向が見られた。

表1 蒸気配管系モデルのエルボ①～⑤でのLDI評価例

各エルボ位置における流動状態と液滴衝突割合を用いて減肉の発生可能性を評価した。
発生可能性の関数は、既存知見を基に流速と湿り度を考慮し、
更に本研究では液滴衝突割合を考慮している。

エルボ位置	流速 u [m/s]	湿り度 β [%]	液滴衝突割合 w [%]	減肉可能性の順位	
				$f(u^4, \beta)^*$	$f(u^4, \beta, w)$
①	178.4	2.62	40.7	5	5
②	183.8	2.59	44.0	4	4
③	187.8	2.58	56.9	3	2
④	192.1	2.56	40.9	2	3
⑤	202.8	2.53	42.8	1	1

※液滴衝突割合 w を考慮しない場合