

## 蒸気加減弁に起こる流体振動現象の解明

- 弾性支持実験による流体構造連成の影響の解明と流体-構造連成CFDコードの構築 -

### 背景

発電プラント等の蒸気系の蒸気加減弁(図1)は、配管振動による配管疲労を起こす圧力脈動の励振源となる可能性があり、プラントの高稼働率化の為にも振動原因の解明と改善策の提案が求められている。

これまでに、弁体の支持剛性が高く弁体振動が無視出来る系での空気試験を実施し、中間開度時に準周期的なスパイク状の圧力脈動が発生する事を新たに確認した。また、当所開発の3次元CFD(数値流体力学)コード「MATIS」によりその詳細を明らかにした<sup>1</sup>。しかし、蒸気系の弁には弁体の支持剛性があまり高くない場合もあり、その場合には弁体が圧力脈動と連成して振動(流体-構造連成振動)を起こす可能性がある。そのため、流体-構造連成振動の発生の有無や振動の大きさを明らかにする必要がある。

### 目的

- (1) 弁体支持部の剛性を下げた空気試験を実施し、流体-構造連成振動の発生の有無やその範囲・大きさを把握する。
- (2) CFDコード「MATIS」に流体-構造連成計算機能を追加し、実験と比較してコードの精度を確認する。

### 主な成果

- (1) 弁体に発生する流体-構造連成振動現象

弁体の支持剛性を1/1500以下に下げた空気試験を実施したところ、弁体支持剛性が高く弁体の振動が無視出来る系では準周期的な圧力脈動であった現象が、剛性が低く弁体振動が発生する場合には、特定のリフト量の領域において弁体の固有振動数にピークを持つ周期的な圧力脈動となった(図2、3)。

また、その領域において、弁体の減衰比の低下により大振幅の振動が発生する事が判明した(図3)。

- (2) 流体-構造連成CFDコードの構築

構造系の計算にルンゲ-クッタ-ニストローム法を用いて、高次精度・高安定性を持つ流体-構造CFDコードを構築した。本コードを用いて、実験条件での計算の結果を比較した結果、弁体振幅の大きさや傾向など定性的に良く一致(図4)し、流体-構造連成現象が再現出来たため、構築したコードの信頼性が確認された。

1 電力中央研究所報告、T02027、2002

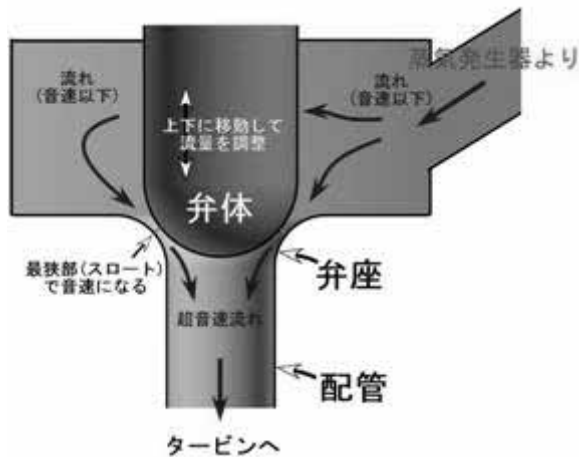


図1 蒸気系の流量調節弁の模式図  
Fig.1 Schematic of the Flow Control Valve

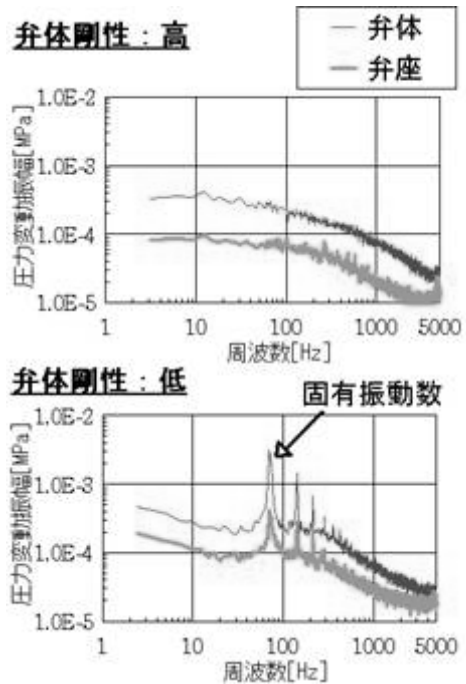


図2 弁体壁面圧力のR.M.S. (二乗平均) 振幅の周波数分布(実験結果)  
(上：高弁体剛性 下：低弁体剛性)  
Fig.2 Frequency Characteristics of R.M.S. Amp. of Wall Pressure at 0.5mm Lift (Exp. Result, Upper: High Stiffness, Lower: Low Stiffness)

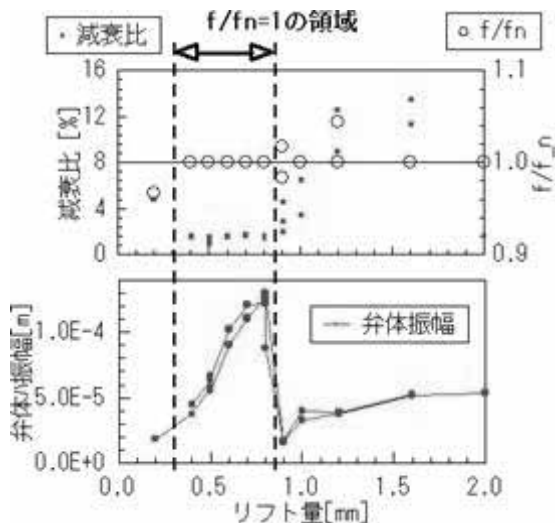


図3 圧力変動の周波数/固有振動数比, 減衰比, 弁体ひずみ振幅(実験結果)  
Fig.3 Press.Freq./Natural Freq., Damping Ratio, Deformation (Exp. Result)

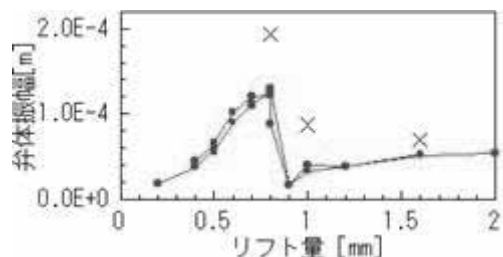


図4 弁体変位のR.M.S. (二乗平均) 振幅の比較 (●:実験 ×:計算)  
Fig.4 Comparison of R.M.S. Amp. of Valve Deformation (●:Exp. ×:CFD)

研究報告 T03065	キーワード：蒸気加減弁、過渡状態、流力振動、超音速流、数値流体力学(CFD)
関連研究報告書	
担当者	森田 良 (狛江研究所・原子力システム部)
連絡先	(財)電力中央研究所 狛江研究所 事務部 研究管理担当 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : ko-rr-ml@criepi.denken.or.jp