

Title	中間開度の蒸気加減弁に生じる圧力変動減少に関する研究
Author(s)	森田, 良
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/46741
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	もり た りょう 森 田 良
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 20397 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学位論文名	中間開度の蒸気加減弁に生じる圧力変動現象に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 辻本 良信 (副査) 教授 川野 聡恭 教授 河原 源太

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、発電プラントなどで用いられる蒸気加減弁において、中間開度状態で発生する圧力脈動の原因の解明と抑制手法の提案を目的とし、縮小スケールモデルによる実験・CFD（数値流体力学）計算により、現象の詳細な解明と抑制策の提案を行ったものである。

実験は、空気を用いた縮小スケールモデルにより、弁体と弁座との距離（リフト量）と流入圧力をパラメータとして実施した。その結果、弁体の開度が中間状態においてのみ、スパイク状の圧力変動が発生し、それが配管周方向に回転する現象が発生する事が確認された（以降、中間開度の圧力変動、と呼ぶ）。その後、より詳細な流れ場を知るために、CFD（数値流体力学）技術を用いた計算コード“MATIS”を構築した。幾つかの検証テストの後に、弁体周りの計算を“MATIS”を用いて実施した結果、中間開度の圧力変動の発生時には、流れの一部が弁体に付着（弁体付着流）し、それが反対側の流れと衝突する事で、衝突位置に局所的な高圧領域が生じる事が判明した。更に、その高圧領域は時間と共に配管周方向に回転する事がわかり、中間開度の圧力変動の原因である事が判明した。

上記の実験・計算により、中間開度の圧力変動の原因が明らかになったため、弁体・弁座形状の変更による中間開度の圧力変動の抑制を実験的に試みた。その結果、弁体の先端に逆の曲率半径を設け、弁体付着流が発生しない形状（延長弁）では、中間開度の圧力変動が完全に抑制できる事が分かった。

更に、弁体の支持剛性が低い場合に起こる可能性のある、流体-構造連成振動についても実験を実施したところ、特定のリフト量において、弁体が周方向に回転振動する現象が発生し、中間開度の圧力変動が弁体の固有振動数と同じ周波数で発生する現象が見られた。また、延長弁により実験を実施したところ、中間開度の圧力変動だけでなく弁体の回転振動も抑制出来る事が判明した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

原子力発電プラントの起動・停止時には、過大な熱応力を防止するため負荷が徐々に増減される。このため、主蒸気加減弁が中間開度の状態で長時間運転されるフェーズが存在するが、このようなフェーズで配管系に圧力変動が発生することがある。圧力変動が発生するとプラントを緊急停止する必要があり、稼働率の低下につながる。このため、

圧力変動の発生原因の究明と防止は緊急の課題である。本論文は、空気を用いた実験と、CFD 技術による数値計算を用いて、上記現象の原因を明らかにし、その抑止策の提案を行うことを目的としたものである。

第1章では問題全体の概観を行い、解決すべき課題を明確化している。

第2章は記号表である。

第3章では、模型による空気試験を実施し、圧力変動の発生条件やその特徴を調べた。その結果、中間開度の状態において流れ場にスパイク状の圧力変動が発生し、それが周方向に回転する現象が見られた。

第4章では、CFD 計算によって詳細な流れ場の可視化を行い、弁体周りの流れ場の把握を試みた。まず最初に CFD 計算によって実験と同様の現象が再現できることが確認された。計算結果によると、中間開度状態において流れの一部が弁体に付着する弁体付着流が発生し、それによって局所的に高圧な領域が生じる事が分かった。更に、この高圧領域は周方向に回転し、その位置が実験でも見られた圧力変動の発生位置と対応しており、中間開度での圧力変動の原因である事が判明した。

第5章では、前章までで明らかとなった圧力変動現象を抑制する手法を提案する事を目的として、弁体・弁座形状を変更して実験を実施した。その結果、弁体の先端に曲率が凹となった部分を設ける事で中間開度での圧力変動を抑制する事に成功した。

第6章では、圧力変動と弁体振動との連成現象の存在やその発生領域の把握を目的として、弁体の支持剛性が低い条件での実験を実施した。その結果、弁体の固有振動数付近の特定の領域において、弁体に回転振動が発生する事が明らかとなった。そこで、その抑制のために第5章で提案した弁体を用いた結果、弁体の振動を抑制できることが判明した。

以上のように、本論文は中間開度の蒸気加減弁に発生する圧力変動現象や弁体振動現象の詳細を明らかにし、これを通じてその抑制策を提案している。これは発電プラントの経済性・信頼性向上に大きく貢献するものであり、博士(工学)の学位論文としての価値が認められる。