

Title	フロート形面積流量計に関する研究
Author(s)	金住, 順二
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3119655
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	かね ずみ じゅん じ 金 住 順 二
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 2 7 2 8 号
学位授与年月日	平成 8 年 10 月 29 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	フロート形面積流量計に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 辻本 良信 (副査) 教授 吉川 孝雄 教授 木本日出夫

論文内容の要旨

本論文はフロート形面積流量計におけるレイノルズ数の変化に対する指示流量の補正の問題、脈動する流れの流量測定において発生する脈動誤差の問題、気体の流量測定において起こる自励振動現象の問題について検討した結果を報告している。

レイノルズ数の変化に対する指示流量の補正の問題については、JIS規格で定められている流量係数とレイノルズ数の関係を用いる補正法を実用的に発展させることを目的とし、フロート形面積流量計の流量係数とレイノルズ数の関係を実験面から具体的に調べ、広範囲のレイノルズ数における流量計の特性を検討している。そして、フロートの形状が異なる各流量計の流量係数が、いずれも、レイノルズ数によって粘性、中間、非粘性の各領域に区分でき、各領域の流量係数がレイノルズ数の関数とした実験式によって整理できることを明らかにしている。さらに、これらの各領域の実験式を基に、広範囲のレイノルズ数における流量係数を求める半理論式を導出し、これによって広範囲のレイノルズ数における実際の流量係数の値がほぼ正確に求められることを明らかにしている。

フロート形面積流量計を用いて脈動する流れの流量を測定した場合に生じる脈動誤差の問題については、フロートの形状、レイノルズ数の要因を考慮に入れて、脈動誤差の発生機構を理論的に検討している。そして、脈動流の流量測定時にフロート形面積流量計に発生する脈動誤差の大きさが、脈動流の流量振幅の大きさと特性値(レイノルズ数、フロート形状、脈動流の周波数で定まる)によって影響を受けることを理論解より明らかにし、実験的に検証している。さらに、流量計の幾何形状としてのテーパ角、脈動流の流量波形および流れの非定常成分が脈動誤差に与える影響についても理論面から考察している。そして、テーパ管のテーパ角、脈動流の流量波形、流れの非定常成分の、いずれもが、脈動流量測定時に発生する脈動誤差に大きく影響することを明らかにしている。

フロート形面積流量計を用いた気体の流量測定時に発生する自励振動の問題については、この現象の発生がフロート形面積流量計の動的特性と共に、配管系が大きく影響するとして、配管系を含む測定系をモデル化し、理論面から検討している。そして、フロートの自励振動の発生(測定系の安定性)の有無を判断する安定判別式を求めている。また、実験面からはフロートの自励振動現象を調べると共に理論的に求めた安定判別式との比較を行い、安定判別式

によって自励振動の発生（測定系の安定性）の有無が予測できることを明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、その手軽さから各種の流量計測に多用されているフロート形面積流量計について、その定常特性、非定常特性を総合的に研究したものである。

第2章、3章では定常性能を検討している。フロート形面積流量計の計測原理は、鉛直に設置したテーパ管内にフロートを設け、フロートに作用する重力と流体抵抗がバランスするフロートの位置から流量を計測しようとするものである。流体抵抗はレイノルズ数に依存するので、フロート形面積流量計の指示値はレイノルズ数に依存する。第2章では流体抵抗と直接関係する流量係数のレイノルズ数依存性を、広範囲のレイノルズ数にわたって実験的に調べている。その結果、高レイノルズ数範囲では流量係数はレイノルズ数によらず一定となり、低レイノルズ数ではレイノルズ数の1/2乗に比例することを数値のフロート形状の流量計について確認している。著者は前者を非粘性、後者を粘性流領域、その中間を中間域と名付けている。第3章では第2章の実験結果を理論的に考察し、全流量範囲に対して適用できる実験結果の表示式を提案し、これが第2章の実験結果を合理的に表示できることを示している。

面積式流量計は本来定常流の計測を目的としたものであるが、場合によっては脈動中での使用が余儀なくされる場合がある。第4章ではこのような場合に生じる平均流量に対する計測誤差を、フロートの非線形運動方程式の数値解および2次まで含めた級数解により検討し、計測誤差におよぼす脈動振幅、周波数、レイノルズ数、フロート形状と関係した特性量等の影響を明らかにしている。また第5章では第4章の結果を実験的に検証している。第4章の解析ではテーパ管のテーパ角が小さいと仮定されているが、第6章ではその仮定を取り除いた解析を行いテーパ角の影響を理論的に明らかにし、併せて脈動波形の影響についても論じている。更に第7章ではフロートに対する相対流の非定常性が脈動誤差におよぼす影響を理論的に考察している。

気体を扱うフロート形流量計では比較的低流量時にフロートに自励振動が生じる場合がある。第8章では測定系をモデル化しこの現象を扱っている。測定管上流のタンク容積が小さい場合には測定管入口部の圧力損失を無視しても自励振動発生限界流量は実験値と良くあうが、タンク容積が大きい場合には上記モデルは過大な限界流量を与えることを実験的に示している。また、タンク容積が大きい場合には仮想的な測定管入口圧力損失を考慮することにより実験結果と良く合う結果が得られることを見出した。

以上のように、本論文はフロート形面積流量計の適用範囲の拡大および精度の向上に関するいくつかの注目すべき研究成果をまとめたものであり、博士論文として価値あるものと認める。