

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Pressure Control of Industrial Compressible Fluid for Gas Supply System
著者(和文)	PENGJiehong
Author(English)	Jiehong Peng
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10345号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:只野 耕太郎,吉田 和弘,高山 俊男,松村 茂樹,吉岡 勇人
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10345号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	PENG Jiehong		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	只野 耕太郎	准教授	審査員	吉岡 勇人	准教授
	審査員	吉田 和弘	教授			
		高山 俊男	准教授			
松村 茂樹		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study on Pressure Control of Industrial Compressible Fluid for Gas Supply System」と題し、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、産業界におけるエネルギー源としてメタンガスやプロパンガスのほか近年では環境負荷の少ない水素ガスが利用されており、これらのガスの有効利用には供給システムにおける圧力制御弁の特性が重要であることを述べている。このような可燃性ガスの圧力制御においては機械式の制御弁が用いられるが、これまでの圧力制御弁では、下流の負荷変動や脈動に対する応答が不十分であり、対策が必要であることを指摘している。そこで本論文では、これらの改善を目指して、多孔質材料を絞りとして用いるバルブシステムやパイロット弁を並列に用いるバルブシステムの特性、さらにガスの種類による応答の違いを明らかにすることにより、ガス供給システムにおける圧力制御の知見を提供することを目的としている。

第2章「Improvement of characteristics of pressure control system with porous materials」では、圧力制御に用いられる絞り要素として、圧力流量特性が線形特性になる多孔質材料の利用を提案している。まず、一般に用いられるオリフィス絞りと多孔質材料を用いた抵抗要素の圧力流量特性の実験値を示して、供給パイプラインに発生する脈動の影響を議論している。多孔質材料およびオリフィスによる空気圧抵抗容量系を構成し、非定常圧力発生装置を用いた動特性試験の結果を比較、考察している。一般のオリフィスを用いた場合には、加える圧力振幅によって大きく振幅比は変化するが、多孔質材料を用いる抵抗要素の場合には振幅に寄らず周波数にのみによって振幅比が変化することを確認しており、圧力制御システムを構築する上で有効であるとしている。

第3章「Improvement of characteristics of pilot valve system with porous materials」では、第2章で提案した多孔質材料を用いた圧力制御をパイロット弁システムに適用して、その有用性を確認している。多孔質材料を絞りとして用いたパイロット弁システムのシミュレーションモデルおよび実験装置を構築し、脈動の減衰特性を確認している。オリフィス絞りを用いる場合には、非線形な圧力流量特性により脈動振幅による減衰特性が異なるのに対し、多孔質材料を用いる場合は、その線形性から振幅依存性がないため、システムの特性の把握、設計の容易さ等の観点から、実用上優れているとしている。

第4章「Simulation of parallel pilot valve system」では、負荷変動に対する応答を改善するために、パラレルパイロット弁システムに抵抗要素を加えた制御システムを提案している。はじめにメイ

ンパイロットバルブとサブパイロットバルブの数学モデルを提案し、バルブの静特性の実験結果と計算結果が良く一致することを示している。このモデルを用いたステップ応答のシミュレーション結果より、急激な負荷変動に対する応答性の評価を行っている。性質の異なる2つのパイロット弁を並列に接続することで、速応性と安定性を両立した圧力応答を実現できるとしている。

第5章「Pressure response of various gases in a pneumatic resistance capacitance system and pipe」では、扱いやすさから実験に利用される空気のみならず、実際に燃料として用いられるメタン、プロパン、水素の応答特性を議論しており、物性の異なるこれらの圧縮性流体の圧力応答の違いを理論および実験の両面から考察している。抵抗容量系における充填および放出の圧力応答では、1次遅れ系として近似した場合の時定数がガス定数の関数として表されることを示している。また、管路系においても、流体の密度やガス定数の違いによって過渡応答が大きく変化することを実験並びに理論計算によって明らかにしている。特に、次世代燃料として期待される水素では、他の気体に比べ非常に応答が速く、これを考慮した圧力制御系の設計が重要であることを述べている。

第6章「Summary and future work」では、本論文により得られた結果を総括するとともに今後の課題について述べている。

以上要するに本論文は、エネルギー源として用いられる可燃性圧縮性流体の圧力制御について、線形性の高い多孔質材料を用いた流体抵抗の利用や制御機器を並列に接続するパラレルパイロット方式の提案および物性値が異なる気体の圧力応答についての検討を行っており、工学上ならびに工業上寄与するところが多い。よって、我々は、本論文を博士（工学）の学位論文として十分価値があると認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。