

氏名	米 澤 洋 よね ざわ よう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 1 4 号
学位授与の日付	昭 和 34 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 応 用 物 理 学 専 攻
学位論文題目	プロセス用空気式制御機器の力学的挙動に関する研究 (主 査)
論文調査委員	教 授 榎 木 義 一 教 授 国 井 修 二 郎 教 授 藤 本 武 助

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は「プロセス用空気式制御機器の力学的挙動に関する研究」と題し、空気式制御機器ならびにその構成要素の諸特性に関して行なった基礎的研究をまとめたものであり、全編7章よりなっている。

第1章においては、空気式制御機器の特徴ならびに空気式制御機器に関する従来の研究の動向について述べている。

第2章および第3章では、空気式制御機器の中核であるフラップ・ノズル要素およびパイロット弁要素の特性が理論的ならびに実験的に解析されている。すなわち、これらの要素を通過する空気の流れを断熱流として取り扱い、固定絞り係数、ノズル係数、給気弁係数ならびに排気弁係数なる概念を導入して、これらの要素の静的および動的な力学的特性を明確にした。とくに、フラップ・ノズル要素に関しては、固定絞りおよびノズルの内、外径および長さの関数でもって固定絞り係数およびノズル係数を表現し、さらにフラップ・ノズル要素の比例ゲインおよび時定数を求めるための簡易計算図を作成した。なお、フラップ・ノズル要素の設計基準を提案するとともに、この設計基準の妥当性について実験的に証明した。

第4章ならびに第5章では、現在、わが国で実用されている各種空気式制御装置ならびに空気式力平衡型差圧変換器の特性試験の結果が記述されている。空気式制御装置についての特性試験により、制御装置の比例帯目盛りおよび積分時間目盛りがきわめて不正確であること、不感帯の幅が比較的大であること、出力圧力が給気圧力の変動を受けやすいこと等が明らかにされ、これらの欠点を改善することによりこれらの制御装置の信頼度を向上させることに成功した。力平衡型差圧変換器に関しては、その動作原理を材料力学的に考察し、ブロック線図、伝達関数ならびに比例ゲインを求めている。これを基礎として、この変換器の比例ゲインに対する各定数値の影響率および出力に対する各種外乱の影響率を計算し、これを実験的に検証している。その結果、現在用いられている比例ゲイン変更の機構が理論的に妥当であること、復原部への外乱はできる限り防止しなければならないことが明らかになり、より完全な変換器の使用法ならびにその設計に関して重要な示唆が得られた。

第6章に述べてある空気式むだ時間発生装置は従来の電気式あるいは純機械式の装置とは全く異なった原理に基づいて考案されたものであって、分布定数系である細長導管系と位相補償のための微分動作器とを使用するところに特徴がある。この空気式むだ時間発生装置の機構の原理を理論的に解析し、それに基づいて設計、製作された装置は実験的に良好な結果が得られたことが述べられている。

なお、細長導管系の理論的解析では、その空気圧力信号伝達特性を求めるのに便利な計算図をも作成した。

第7章では、電動機、空気圧縮機、空気槽、制御装置および調節弁をもって構成されている、ある実在制御系に発生したリミットサイクルを解析している。このリミットサイクル発生の原因が空気式制御装置の検出要素のもつバックラッシュ特性に起因することを実験的に確かめ、等価伝達関数法によってこのリミットサイクルの周波数および振幅を計算した結果、実在制御系で発生したリミットサイクルのそれらと近似的に一致することを見出している。

論文審査の結果の要旨

近年、空気式制御機器がプロセス制御に適当な制御要素として相当広範囲に実用されるに至っている。それにもかかわらず、空気式制御機器の特性に関する解析的研究はきわめて少なく、とくに定量的な意味での力学的挙動に関する研究ははなはだふじゅうぶんであった。

本研究はかかる状況に対処して、空気式制御装置、空気式力平衡型差圧変換器ならびにこれらの構成要素の力学的挙動について、空気力学的ならびに材料力学的基礎に立脚して、綿密なる基礎研究を行なったのである。かかる研究によって、現在実用されている空気式制御機器の静的な特性はもちも動的な特性、たとえば積分あるいは微分の演算動作についてもその詳細が判明し、今後のプロセス制御への応用にきわめて有益な資料が得られた。

また、本論文で研究の対象としている、フラップ・ノズル要素、パイロット弁要素、絞り一タンク回路および細長導管系はあらゆる空気式制御機器の根幹をなすものであるだけに、これらについての静的ならびに動的な特性、たとえば、比例ゲインおよび時定数に対する幾何学的寸法の影響あるいは供給圧力変化による比例ゲインや時定数の変動の検討は、今後の空気式制御機器の発展にきわめて重要な貢献をなすものと信じられる。

なお、細長導管系の圧力伝送周波数伝達特性が近似的に一次遅れの特性とむだ時間特性の複合した特性を有することに注目し、このうちの一次遅れ特性を微分動作器をもって補償してむだ時間を空気圧力信号の形でとり出すというざん新な着想による空気式むだ時間発生装置は単に理論的に興味があるだけでなく、今後空気式アナログ回路あるいはプロセス制御系の一構成要素として応用できると考えられる。

このように、本論文は空気式制御機器の力学的挙動に関して、着実なる基本的究明を行なった研究であって、学術上ならびに工業上きわめて寄与するところが大きく、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

〔主論文公表誌〕

- 第2章 Proceedings of the 6th Japan National Congress for Applied Mechanics (1956)
制御工学 第1巻 (昭.32) 第2号
Proceedings of the 7th Jpapr National Congress for Applied Mechanics (1957)
- 第3章 自動制御技術 2 空気式制御装置の原理と実際 (昭.34)
Proceedings of the 8th Japan National Congress for Applied Mechanics (1958)
- 第4章 自動制御技術 2 空気式制御装置の原理と実際 (昭.35)
- 第5章 Proceedings of the 9th Japan National Congress for Applied Mechanics (1959)
- 第6章 未 定
- 第7章 Bulletin of JSME, Vol. 2 (1959), No. 5

〔参 考 論 文〕

な し