

氏 名	嶋 本 讓 しま もと やする
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 1 6 号
学位授与の日付	昭 和 3 4 年 3 月 2 3 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 機 械 工 学 専 攻
学位論文題目	内燃機関の排気吹出しエネルギー利用に関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 長 尾 不 二 夫 教 授 菅 原 菅 雄 教 授 佐 々 木 外 喜 雄

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、内燃機関の排気吹出しエネルギーを機関性能の向上に利用することを目的として行なった排気系統内の圧力波伝播に関する基礎的研究、ならびにこれを実際の機関に適用した二、三の研究について述べたもので、緒論、2編および結論からなっている。

緒論では、本研究の目的および概要を述べ、排気吹出しエネルギーの利用には、排気管系が重要な役割をなすにかかわらず、従来、排気管系単独の研究はほとんどなく、その設計は、主として経験によっていることを指摘し、この研究の重要性を強調している。

第1編は排気吹出しによって起こる排気管内圧力振動に関する基礎的研究であって、6章からできている。

第1章では、まず排気吹出しエネルギーが供給燃料のエネルギーに対して占める割合を、理論的サイクルに基づいて計算し、実験結果と比較検討して、約10%に達することを確認し、ついで圧縮比、シリンダ内最高圧力、過給圧力および空気比により、排気吹出しエネルギーが変化の様子を明らかにし、さらに、その利用方法を論じ、排気タービンに利用する場合、動圧として利用する方が静圧として利用するよりも、利用率は大きい、過給圧力の上昇につれて、その差は小さくなることを述べている。

第2章は動圧過給において、排気有効エネルギーの大部分を占める吹出しエネルギーを、排気弁からタービンまで有効に伝達するために必要な排気管系に関し研究したものである。実物の機関では他の影響が介入し、排気管系単独の効果を見出すことが困難なため、著者は空気模型装置により1回の吹き出しを行ない、ノズルに伝達されたエネルギーを振子式衝動板により測定し、伝達効率を求め、さらに、これに及ぼす排気弁開速度、ノズル面積比、吹き出し圧力、排気管長さおよび直径等の影響を明らかにし、伝達効率増加の方法を検討し、同時に排気管内圧力変化を高感度インジケータにより記録して、伝達効率と圧力波との関係を論じた。さらに、特性曲線法を用いて、圧力変化および伝達効率を理論的に求め、管内の摩擦を考慮すれば実験結果に近い値が得られることを示している。

第3章では、多シリンダ機関において、幾本かの排気管を同時に短い集合管に連結する場合に、一つの排気管の吹き出しに伴って生じた圧力波により、他の排気管にも負圧を発生させ、シリンダの掃気作用を助長させることを目的とし、空気模型装置により、2本の長い排気管を用いて圧力波とその反射波を分離し、その圧力変化を測定して、掃気作用に適する集合管平行部長さを、両排気管に発生する最大正・負圧および正圧継続時間から検討し、さらに、集合管と排気管の最適面積比を、最大負圧および負圧波のエネルギーを考慮して決定し、吹き出しを行なう排気管に生ずる負圧波のエネルギーは、1本の排気管の場合より大きくなり、またディフューザ付集合管を用いると、さらに、その効果が増大することを見出した。短い集合管においては、近似的に定常流の関係が成立するものとし、排気管においては圧力波に関する特性方程式を適用して、理論的解析を行ない、負圧発生に最適の集合管面積比を求め、実験結果と比較して、定性的には理論的計算により推定できることを述べている。

第4章では、排気集合管内の絞りによる排気干渉の軽減、集合管内の圧力振動防止および負圧波による掃気作用の助長を取り扱っている。まず妥当な仮定のもとに、圧力波に関する特性方程式を用いて、絞りがある場合の圧力伝播を計算する方法を示し、ついで、絞り比および伝播する圧力が反射波に及ぼす影響、ならびに圧力波減衰に対する絞り位置の影響を計算し、絞り比0.6以上では絞りの効果は認められず、また絞りを集合管端に設けると圧力波減衰に有効なことを見出している。つぎに、空気模型装置を用い、枝管入口に絞りを設け、反射波が分離する場合および重なる場合につき、圧力変化を測定し、枝管および絞り入口の最大正・負圧、ならびに最初の正圧の時間積分値から、最適絞り比について考察し、短い排気管では開口端における負の反射波が重なるため、圧力変動が少なく、排気吹き出しによる正圧の継続も短いことを指摘している。さらに一つの絞りを設けると、最初の絞り入口、枝管およびそれにつながるシリンダの圧力は、いずれも高くなり、絞りの効果は失われるが、適当な面積比の絞りを管端に設けると、圧力振動の防止に役立ち、前述の理論と一致することを示している。

第5章では、シリンダの掃気作用を助長するため、段付きおよび円すい形排気管による負圧の発生を特性曲線法により解析し、排気管の一断面を通過し開口端に向かう正の圧力波と、その負の反射波のエネルギーを求め、両者の比を反射率と定義し、これにより、排気管の効果を検討し、さらに、空気模型装置により、正・負圧力波が分離された状態で、その圧力変化を測定してエネルギー反射率を求め、直管の場合と比較して、段付き排気管では1.5倍、円すい管では2倍に達し、また反射率が最大となる段部面積は排気管の1.5~3倍であり、円すい管では面積比が大きくなるほど反射率は増加するが、増加の割合は次第に少なくなることを見出している。

以上の研究において、排気圧力の変化を正確に測定することはきわめて重要であるが、低圧インジケータは継手および受圧部の容積が大きく、この部分の固有振動数が低くなり、測定誤差を生ずる。

第6章はこの問題を取り扱ったもので、妥当な仮定のもとに特性曲線法を用いて、受圧板に加わる圧力変化を求め、継手の寸法および絞りによる誤差を検討し、さらに、絞りと継手の周波数特性との関係を求め、適当な絞りにより、さけ得られない継手による誤差を軽減し得ることを提案し、実験によりこれを確かめている。

第2編は実際の機関による応用研究であって、3章からなっている。

第1章は動圧過給排気タービンの入口における排気有効エネルギー測定に関する研究で、著者はタービンに流入するガスの一部を抽出して、その運動量から排気有効エネルギーを求める方法を提案し、まずタービン入口および計測用ノズル入口におけるガスの状態を同一にするための条件、ならびにこの条件が満たされぬ場合の誤差を理論的に求め、ついで運動量測定上の誤差、ノズル絞り比の影響、抽出位置、ならびに導入管およびノズルにおける損失の影響を実験的に求め、さらに実際の機関における測定例をあげ、この測定方法が実用上じゅうぶんな精度を有することを実証し、従来、困難とされていた排気有効エネルギーの測定に新しい方法を案出したことは注目すべきことである。

第2章は排気管内の負圧波によるクランク室掃気二サイクル機関の給気比の増大に関する研究で、広範囲の回転速度および排気管長さについて求めた給気比を、排気管系の固有振動数に対して整理し検討を加え、排気孔閉止後、管内に残留する圧力波の影響が大きく、機関の1回転中に3回の圧力振動が行なわれるように排気管長さを選べば、給気比が最大になることを見出した。

第3章はクランク室掃気二サイクル機関のクランク室容積と吸・排気管効果が給気比に及ぼす相互作用に関するもので、まず、吸・排気管のない場合につき、種々のクランク室容積に対し、給気比と回転速度との関係を理論的計算によって求め、給気比が最大になる回転速度を基準にとれば、この関係がクランク室容積には無関係に一つの曲線で表わされることを見出し、これを実験により確かめ、最適吸・排気管の種々な組み合わせによる給気比を上記の方法で表示して、吸・排気管効果について論じ、排気管効果は広範囲の回転速度に対して有効であるが、吸気管効果は高速において低下することを述べ、この原因をインジケータ線図により説明し、吸気孔の時間面積不足によるものと推論している。

結論は以上の結果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

この論文は、内燃機関の排気吹き出しエネルギーの利用上、問題とされている排気管における吹き出しエネルギーの伝達、掃気作用を助長するための負圧の発生および集合管における排気干渉の防止などについて、理論的ならびに実験的研究を行ない、有益な多数の事実を明らかにし、従来、主として経験に基づいていた排気管の設計に対し、一指針を与え、また、これまで、困難とされていた排気有効エネルギーの測定に関して、独創的な方法を案出し、その実用性を確かめ、さらに、排気管効果によるクランク室掃気二サイクル機関の給気比増大に伴う諸問題を解明したものである。このように、本研究は、学術上にも工業上にも貢献するところが少なくない。したがって、本論文は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1編 日本機械学会論文集 第24巻(昭.33)第144, 148号
日本機械学会関西支部第34期定時総会講演会前刷(昭.34)
日本機械学会関西支部第35期定時総会講演会前刷(昭.35)
Bulletin of JSME, Vol.2 (1959), No.5,7
- 第2編 日本機械学会論文集, 第25巻(昭.34)第152号
日本機械学会関西支部第33期定時総会講演会前刷(昭.33)
Bulletin of JSME, Vol.2 (1959), No.8

〔参 考 論 文〕 な し