

氏名	丸山敏朗 まる やま とし ろう
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第788号
学位授与の日付	昭和50年5月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	Transport Phenomena in Pulsating Pipe Flow (円管内脈動流れにおける輸送現象)

論文調査委員 (主査) 教授 水科篤郎 教授 吉岡直哉 教授 佐藤 俊

論文内容の要旨

本論文の目的の一つは非圧縮性流体の管内脈動流中における運動量、熱および物質移動の動的挙動を周波数応答の立場から研究したことである。他の一つは乱れの動的挙動に関するもので、特に脈動乱流のバースティング現象に重点をおいた。

第1章は序論で、既往の研究につき略述し、その不十分な点をおぎなうために行った本研究の目的と概要につき記述し、最後に本研究で用いた実験装置につき述べている。

第2章は運動量輸送の周波数応答につき述べている。脈動層流に関しては、Sexl の解析を実験的に検証し、脈動乱流に関しては Reynolds 応力を導入して解析を行い、実験結果と比較し良好な一致を得ている。

第3章は脈動層流における熱または物質移動の周波数応答につき記述している。定常流に成立する相似関係が脈動流においては成立しないが、移動係数の局所値のゲインと位相遅れは相似関係を仮定した近似解の上下に振動することを解析的ならびに実験的に示している。したがって移動係数の管全面平均値は見掛け上相似関係が成立しているように見えること、また局所値の共鳴点は1つのパラメータで相関できること、流速脈動の振幅が大なる時に移動係数の時間平均値が定常値より大になるのは壁面近くに逆流が生ずることによるものであることなどを示している。

第4章は脈動乱流の動特性につき記述している。バースト周期と脈動周期の関係を明らかにするために、速度分布と乱流特性分布の動的変化を測定した。その結果バースト周期の最大値より大きい周期で脈動した場合、バースト周期は脈動周期には影響をうけず、平均速度をもつ定常流の場合と同じ周期でバースティングが起ること、したがって乱流強度は脈動せず、速度分布はゆるやかに変動すること、およびバースト周期の範囲の周期で脈動した場合、脈動とバースティングは共鳴することを述べている。

第5章では上述の脈動とバースティングの共鳴現象を利用してバースト現象の動的過程を研究した結果につき述べている。すなわち乱流の発生と伝播を測定した結果、脈動流によって壁面近傍に励起された乱

れはたゞちに管中心へ向って移動し始め、脈動周期に関係なく、平均流速をもつ定常流の平均バースト周期と同一時間で管軸に到達することを記述している。このことはバースト現象と、発生した乱れの半径方向の伝播速度の間に密接な関係のあることを示していることを結論している。

第6章は全体の総括である。

論文審査の結果の要旨

管内脈動流における移動現象の研究は、層流域については2～3の解析的研究があるが、乱流域についてはごくわずかの定性的実験研究しかない。本論文は非圧縮性流体の層流から乱流にかけての管内脈動流について統一的に、解析的ならびに実験的に行われた研究として高く評価されるべきである。その主な成果を要約するとつぎの通りである。

1. 管内脈動層流の運動量輸送に関して Sexl の解析を実験的に検証した。
2. 管内脈動乱流に関しては Reynolds 応力を導入して解析を行い実験結果との良好な一致を示した。
3. 管内脈動層流の熱または物質移動に関しては定常流に成立する相似関係は成立しないが、周波数応答における第一近似としてはこれを仮定してもよいことを示した。また移動係数の局所値の周波数応答曲線には共鳴点が現われ、これが一つのパラメータで相関できること、さらに移動係数の平均値が脈動振幅の大なる時に定常値より大になるのは壁面近くに逆流が生ずることによるものであることを明らかにした。
4. 管内脈動乱流において、バースティング（壁面近傍における乱れの発生）の周期の最大値より大きい周期で脈動した場合、バースト周期は脈動周期に関係なく、平均流速をもつ定常流の場合と同じ周期でバースティングが起るが、バースト周期の範囲の周期で脈動した場合、脈動周期とバースト周期は共鳴することを見出した。
5. 脈動が励起するのはバースティングのみで、乱れが発生点から管中心軸に伝播する時間は脈動周期には関係なく、定常流における平均バースト周期と同一であることを見出した。
6. 脈動周期とバースト周期を同調させることで任意の一定周期でバースティングを起すことができるので、乱流の研究上有利な実験方法となるであろうことを示唆した。

以上要するに本論文は非圧縮性流体の管内脈動流中における移動現象を層流域と乱流域にわたり解析的ならびに実験的に統一的に研究し、さらに脈動流を利用して乱れの動的挙動を研究した結果をまとめたものであり、その成果は学術上高い価値を有するのみでなく、工業上寄与するところが少なくない。

よって、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。