

氏 名	佐 藤 行 成 さとう ゆきなり
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1315 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 7 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	等方性乱流の構造

論文調査委員 (主 査) 教授 水科 篤郎 教授 吉岡直哉 教授 赤松映明

論 文 内 容 の 要 旨

乱流輸送現象を理解するためには、乱流の構造に関する知識が要求される。従来乱流の構造に関し数多くの理論的あるいは実験的研究がなされているが、工学的な立場からみると、その知識の具体性、定量性については、なお充分とは云えない。

著者はこのような実情を考慮し、最も基本的で取扱いが簡単な、非圧縮性ニュートン流体の一樣・等方性乱流を対象として、乱流の統計的構造およびその動的挙動に関する定量的知識を得るために、その数式化を試みた。本論文はその研究結果を記述したもので5章よりなっている。

第1章は序論で、まず本問題に関する既往の研究の概要につき記述し、これらの知識は定性的、概念的にはともかく、乱流の具体的、定量的な取扱いの面からは、未だ不充分であるとしている。ついで、本研究の目的は、一樣な等方性乱流の統計的性質と、その時間的な推移を定量的に表現しうる実験式を作成することであると述べている。

第2章は等方性乱流の理論的検討を行っているが、一樣・等方性の乱流の統計的基礎理論について簡単にふれ、本研究とかゝわりをもつ、既往の理論的研究を検討し、これらを基礎にして等方性乱流の構造とその動的な挙動を数式により表現するために必要な解析を行っている。その際、乱流場を規定する量として乱流変動速度の多重相関関数に着目するが、4種以上の多重相関関数については、信頼性のある実測データを得ることが困難であり、また乱流場において果す、それらの役割についても物理的に必ずしも明確ではないと考え、2点・3重相関関数までを含む解析段階で問題を取り扱っている。そして理論的解析のおよばないところは、実験事実による知見によって補うこととしている。

第3章は等方性乱流に関する実験について記述している。実験式の誘導あるいはその検証に必要な実測データを得るために本研究においては、 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 180\text{ cm}$ および $14\text{ cm} \times 14\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ の風洞を用い、熱線風速計により測定を行った。また $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 100\text{ cm}$ の水流循環装置を用い、レーザ・ドップラー流速計による測定も行った。さらに本実験では得ることが困難であった、諸条件範囲の実測値は既往の文献より借用したが、これらの集積結果も本章にまとめてある。

第4章は本論文の要めとも云うべき章で、第2章の理論および第3章の実測データに基づいて、変動速度の2重相関関数（あるいはエネルギー・スペクトル関数）および3重相関関数（あるいはエネルギー伝達関数）に関する実験式を作成した結果につき記述し、実測データによりこれらを検証している。まず、2重相関関数については、乱流レイノルズ数およびマイクロスケールをパラメータとして、実験式を作製した。次に3重相関関数については、その実測データの範囲と数が少ないため、実測データのみによって関係式を誘導することは無理であるので、乱流の静的構造を表わす2重相関関数の知識に基づき、動的挙動に関係するパラメータを導入し、その表現式を作成し、3重相関関数の実測値は作成した実験式の検証に用いている。

第5章は総括で本研究の研究結果を総括し、さらに本研究において充分追求し得ないまま、今後の問題として残された点を5項目にわけて列挙している。

論文審査の結果の要旨

複雑に関係している要因のすべてを考慮して、一般の乱流現象を取扱うことは現在の所、不可能に近い。そこで著者は問題を、非圧縮性流体の一樣で、かつ等方性の乱流の場合に限定することにより、考察の焦点を速度変動自体によるエネルギー移動機構に絞り、より厳密な研究を可能にした。

得られた研究結果の概要は次のごとくである。

- (1) 乱流場の静的な構造を示す2重相関関数を、変動速度、乱流レイノルズ数およびマイクロスケールの中の任意の2ケのパラメータを用いて表わす実験式を作成した。
- (2) 乱流場の構造の動的挙動を示す3重相関関数は、一樣・等方性乱流場における2重相関関数と3重相関関数の関係を規定する Kármán-Howarth の式から2重相関関数を既知の項として、数値的に解いて得られるが、それらの計算結果の整理から、乱れの減衰状態を表わす I_1 なる関数を導入し、3重相関関数を乱流レイノルズ数、マイクロスケールおよび I_1 の3つのパラメータを用いて表わす実験式を作成した。
- (3) 風洞等の格子乱流に対して、 I_1 の値の算定法を示した。
- (4) 一樣・等方性乱流に関する既往の実測値を整理し、また従来の実測値の不備を実験により補った。
- (5) 2重相関および3重相関関数の実験式と実測値を比較し、乱流レイノルズ数が1から 10^4 の広範囲にわたり適用できる事を示した。

以上要するに本論文は一樣・等方性乱流の統計的構造と動的挙動に関して、適用範囲が広く、かつ定量的に信頼のおける実験式を作成したものであり、乱流拡散や異相分散系での液滴の分散・凝集等、乱流中で生じる多くの現象に対し、有効に適用できる実験式を与えたという事ができる。したがって学術上、工業上貢献する所が少なくない。

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みとめる。