



Title	高速噴霧流の理論解析と実験による検証
Author(s)	木下, 豊弘
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46023">https://hdl.handle.net/11094/46023</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	木下豊弘
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第19118号
学位授与年月日	平成17年2月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	高速噴霧流の理論解析と実験による検証
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 孝雄  (副査) 教授 木本日出夫 教授 辻本 良信

### 論文内容の要旨

本論文は「高速液噴流技術(ウォータージェット技術)」において見られる高速噴霧流の流体力学的特性、特にその流れの圧縮特性を理論、実験の両面から解明し、その結果をウォータージェットの施工の実際問題に適用したものである。

この第2章に記述の理論的取扱いとしては、気相、液相がそれぞれ違った速度で流れている、熱力学的に非平衡の噴霧流体の流れをある等価密度、等価流速を有する仮想的な単相化流体として考え直し、この流体に、従来的一般理想流体に関する解析手法を適用する方法をとった。解析によるこの流体中の音波の伝ば速度は単相流体(気体または液体)中のそれより非常に小さい値を示す。このことから、ここで扱う噴霧流体の高速流れは高マッハ数の流れとなる。またこの流体中に形成される衝撃波においては、下流側は上流側に対し、等温変化の条件を仮定できるが、この条件の下に導かれた噴霧流体の衝撃波関係式は、上流側流れの諸特性値の関数として与えられる。この結果、特に、気相、液相の流速に関する熱力学的非平衡の度合、すなわち、すべり比に関して、これの音速、各種衝撃波の特性値に与える影響を論じることが出来た。また本論文で一番問題となる高速噴霧流の物体面に与える衝撃力も上述の上流側の各種変数の複雑な関数として与えられ、流れの気相、液相体積比、マッハ数が大の時、その値は運動量の交換のみによって決定される事がわかった。

第3章に記述の実験においては、超音速で流れる、均質な噴霧流体の流れを実際に発生させ、これを二次元流れを模擬した実験風洞に導き、この噴霧流体の圧縮性に関する各種の実験を行った。すなわち、この流体内部の局所的な気相、液相の流速、体積割合、質量流量比等を測定し、さらには、この風洞内に形成される垂直衝撃波による静圧変化、またよどみ点圧力の測定、斜め衝撃波における流れのふれ角と波の傾き角との関係、静圧変化等から、この流体流れのマッハ数、音速を求め、理論解析の結果の検証を行った。検証結果は理論解析の結果を十分に満足させるものであった。

最後の第4章では、これらの理論解析、実験結果のウォータージェットの実際問題への適用事例をいくつか上げ、物体表面に与えるウォータージェットの衝撃力を算出し、これをどのようにウォータージェットの施工技術に適用したかについて述べている。

## 論文審査の結果の要旨

「高速液噴流技術（ウォータージェット技術）」に関する論文は数多く報告されているが、本論文はこの液噴流を高速で流れる噴霧流（噴霧状気液二相流体）として捉え、この流体力学的特性を理論・実験の両面から解明し、その結果をウォータージェットの施工の実際問題に適用している。

高速噴霧流では一般に気相・液相がそれぞれ違った速度で流れている。熱力学的に非平衡の噴霧流体の流れを、ある等価密度、等価流速を有する仮想的な単相化流体として取り扱い、この流体に従来の一般理想流体の解析手法を適用して、理論解析を行ったものである。本モデルを用いて噴霧流体中の音速、衝撃波関係式、物体面に与える衝撃力等を流れの諸特性値の関数として得られた。特に気相、液相の流速に関する熱力学的非平衡の度合（すべり比）に関して、これの音速、各種衝撃波の特性値に与える影響を論じている。また、これらの理論解析の結果を検証する実験を行い、高速噴霧流の流体力学的特性すなわち、この流体内部の局所的な気相、液相の流速、体積割合、質量流量比等の測定、またこの流体中に形成された垂直衝撃波、斜め衝撃波の静圧変化、形状、よどみ点圧力の測定値等より、この噴霧流の音速、マッハ数、すべり比、気相・液相体積比などを求めた。これらの実験結果は十分理論解析の結果を満足させるものであった。

本論文で明かにされたこれらの結果はウォータージェットの実際問題のうち、特に施工上、重要な物体面に与える衝撃力の算出に用いられ、力学的にも工学的にもきわめて有効である事を示した。

以上のように、本論文は高速噴霧流の流体力学的解明を行い、その結果の高速液噴流技術への適用に貢献するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。