

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 10611 号
------	---------------

氏 名 甲村 圭司

論 文 題 目

シロッコファンにおける騒音メカニズム解明に関する研究

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	中村 佳朗
委員	名古屋大学	教授	佐宗 章弘
委員	名古屋大学	教授	石井 克哉
委員	名古屋大学	准教授	森 浩一

論文審査の結果の要旨

甲村圭司君提出の論文「シロッコファンにおける騒音メカニズム解明に関する研究」は、最近関心が高まっている流体騒音問題に着目し、シロッコファン実機形状での騒音や流動損失の発生メカニズムを解明するために、実験で音圧レベルや速度変動の測定を行い、数値解析で流れを可視化したもので、5章より構成されている。

第1章は序論で、本研究の背景となるシロッコファンの騒音発生メカニズム解明に関する研究動向を調査し、本研究の目的を述べている。

第2章では、シロッコファン実機で使用される流量調整板での微小な隙間から発生する離散周波数騒音の問題を取り上げ、平板と楔の間に形成される狭い隙間を模擬した基礎形状を用いて、騒音の発生と各形状パラメータとの関係や、噴流および流れ場の速度変動特性との関係について調べている。実験では、隙間高さや平板長さを種々変化させた場合の離散周波数騒音発生の有無を調べ、これらの組み合わせから騒音の発生の有無が決定されることを明らかにしている。また、騒音のピーク周波数は、速度変動と同じピーク周波数を持つことや、噴流速度に比例し、平板長さに反比例することを示している。数値解析では、圧縮性ナビエ・ストークス方程式をMUSCL法やRoeの近似Riemann解法、LU-SGS法を用いて計算している。数値解析結果より離散周波数騒音の発生メカニズムを明らかにしている。楔の先端部で発生した、せん断層の巻き上がり渦が、噴流により下流に運ばれ、その渦が平板端部を通過する際に平板後縁から発生した自由せん断層の渦と干渉する。そのとき、音波が発生し、その圧力波が上流へ伝わり、噴流のせん断層を刺激し、再びせん断層の巻き上がり渦を発生させるというフィードバック機構を提案している。

第3章では、シロッコファン実機形状を用い、シロッコファンの広帯域騒音の発生メカニズムを調査するため、流れ場の速度変動特性と騒音との関係について調べている。実験では、ファンシュラウドのケース外側の音圧レベルを測定し、ファンシュラウド舌部付近での音圧レベルが他の測定点と比べ大きいことを示している。更に流れ場中の圧力変動特性と速度変動特性を調べ、舌部付近での変動が他の測定点と比べ大きいことを明らかにしている。数値解析では、シロッコファン実機形状での3次元数値解析を行い、ファンシュラウド舌部では、流れが二分されるため淀み点が存在し、そこで高圧になること、またファン翼間から流出した流れが舌部付近で大きく減速されることを明らかにしている。更に、より多くの格子を用いた2次元数値解析を行い、シロッコファンの広帯域騒音の発生メカニズムを調べている。翼の後流で発生した渦が舌部の高圧領域でせき止められることにより拡散し、広帯域の速度変動および圧力変動が発生するのを見出ししている。その圧力変動がシュラウド外側に伝達し広帯域騒音が発生する。

第4章では、シロッコファン流れの流動損失の発生メカニズムを解明するために、エネルギー散逸量を利用して流動損失を定量的に評価する手法を開発し、流動損失発生と流れ場との関係を調べている。損失評価式を導出するため、平均運動エネルギーの輸送方程式からガウスの発散定理を用いて内部のエネルギー散逸量の総和から流動損失を評価している。更に、本手法の汎用性を高めるため、壁関数モデルへの拡張を行っている。数値解析では、対流項に2次風上差分、乱流モデルにRealizable k- ϵ モデルを用いた汎用流体解析ソフトを非圧縮性流に適用している。具体的には、シロッコファン翼間流れを数値解析し、翼の厚みを1mmから0.4mmまで変化させた時の翼間内での損失を定量的に調べている。翼の厚みが小さいほど流動損失の総量は減少し、翼の厚みを小さくすると翼前縁での離散損失が10%増加したにもかかわらず、翼後縁での速度せん断層が弱まり、後流損失が50%低減している。更に、本手法をシロッコファン実機に適用した結果、ファン翼間とスクロール表面の損失が全体の7割を占めることを明らかにしている。また、ファンシュラウド舌部付近の損失は全体の1割で、この理由として、翼後縁からの後流がファンシュラウド舌部の高圧領域の影響で減速し、そこでの速度勾配により平均運動エネルギーから熱や乱流運動エネルギーに散逸することで流動損失が発生していると説明している。

第5章では、本研究をまとめ、結論を述べるとともに、今後の展開について触れている。

以上のように、本論文は、シロッコファン実機形状を用い、実験で音圧レベルや速度変動の測定を行い、数値解析で流れを可視化することで、シロッコファン実機形状での騒音や流動損失の発生メカニズムを明ら

論文審査の結果の要旨

かにしたもので、学術上、工業上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者、甲村圭司君は博士(工学)の学位を受けるのに十分な資格があると判定した。