



Title	天井扇を用いた大空間における気流制御効果の予測手法に関する研究
Author(s)	桃井, 良尚
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46823
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 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	桃井良尚
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20372 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科建築工学専攻
学位論文名	天井扇を用いた大空間における気流制御効果の予測手法に関する研究
論文審査委員	(主査) 助教授 山中 俊夫 (副査) 教授 相良 和伸 教授 水野 稔

論文内容の要旨

第 1 章では、本研究の背景として、大空間における室内気流熱環境特性について述べた後、本研究が目的とする天井扇を併用した空調方式の提案を行い、天井扇気流に関して建築分野における CFD による解析事例が存在しないことを述べ、本研究の意義を明確にした。

第 2 章では、既往の適用事例が少ない室内気流・熱環境の改善を目的として天井扇を設置した建物において夏期及び冬期の室内気流及び温度分布の実測を行い、天井扇の効果について実証的な検討を行い、本研究で行う天井扇併用空調の有効性を示した。

第 3 章では、天井扇気流の CFD 解析手法について本論文で用いる計算方法を述べた。また、吹出口のモデル化手法について概略を述べ、天井扇への適用方法を示した。

第 4 章では、複雑形状の吹出口を有する室内の気流解析における計算負荷の軽減手法として提案されている吹出口のモデル化手法を改良し、天井扇気流に適用することで複雑な気流となる天井扇気流のモデル化を試みた。汎用性が高いと考えられる市販の天井扇に対し天井扇による発生気流の向き及び回転数を変化させて天井扇近傍の風速測定を行い、天井扇の回転によって生じる気流の平均風速及び乱流特性を把握した上で、CFD 解析の際に天井扇気流モデルとして与える天井扇気流データを得た。

第 5 章では、大空間への天井扇気流モデルの適用を想定し、実際に天井扇気流モデルを CFD 解析に用いた際の解析精度について検討を行った。解析精度の検証を目的とし比較する測定値を得るため、三次元超音波風速計を用いて、天井扇による発生気流の向き及び回転数をパラメータとして天井扇周辺の風速測定を行い、天井扇の回転によって生じる流れ場の把握を行った。次に、回転数 160 rpm を基本条件とし、第 4 章で得られた天井扇気流の入力データを用いて実験室を再現した CFD 解析を行い、解析結果と測定結果を比較することにより、天井扇気流のモデル化の精度検討を行った。

第 6 章では、三次元超音波風速計を用いて、天井扇の回転により発生する気流の方向及び天井面と天井扇の距離を変化させた時の天井扇周辺の風速測定を行い、天井扇の周辺気流性状を把握した。

第 7 章では、天井扇の吹出口からの距離及び吹出口からの高さをパラメータとした CFD 解析を行い、天井扇位置が室内気流分布、温度分布に及ぼす影響について検討を行った。また、温熱環境評価指標として PMV を用いて、省エネルギー性と快適性の両面から天井扇による気流制御効果を検討した結果について述べ、最適な天井扇設置位置に

ついて考察を行った。

第8章では、本論文で得た知見を総括するとともに、残された課題についても言及した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、空気調和される大空間を対象として、室内環境の快適性とシステムの省エネルギー性を考慮した空調システムの実現を目的として、空間内に気流デバイスとしての天井扇を配置する手法を提案し、天井扇の気流制御効果を数値流体解析 (CFD: Computational Fluid Dynamics) を用いて予測するための実用的手法確立のための検討を行ったものである。本論文の主な成果は以下の通りである。

(1) 空調吹き出し冷気流によるドラフト感を防止し、快適な室内環境の形成を目的として天井扇が設置されている実在の大空間において、室内気流及び温度分布の実測を行い、天井扇による室内気流制御の効果を検討することによって、天井扇併用空調の有効性を立証している。

(2) 複雑な形状の空調吹き出し口を有する室内の気流解析において計算負荷の軽減手法として提案されている吹き出し口のモデル化手法を改良した天井扇気流のモデル化手法を提案している。さらに、汎用性が高い市販の天井扇を対象として、羽根の回転方向と回転数をパラメータとする天井扇近傍の精緻な風速測定を行い、CFD解析の際に天井扇気流モデルとして与える天井扇気流データの作成を行うことによって、その気流データの作成の手順と方法を明らかにしている。

(3) 空調される大空間に天井扇を取り付ける場合の室内気流解析を各種乱流モデル (標準 $k-\epsilon$ モデル、応力方程式モデル) を用いた CFD 解析によって行い、実測値と比較することによって、天井扇気流モデルを CFD 解析領域内の仮想平面における境界条件として入力する場合の気流解析精度について検討を行った。その結果、応力方程式モデルでは平均風速のみの天井扇モデルでも精度の良い解析が行えること、標準 $k-\epsilon$ モデルでは上向き気流については平均風速に加えて k と ϵ を入力することで応力方程式モデルと同等の精度が確保できること、標準 $k-\epsilon$ モデルでは k と ϵ を入力とするモデルを用いても床面に衝突する下向き気流の解析精度が確保できないことを明らかにし、用いる乱流モデルによって天井扇モデルのデータ構成を変える必要があることを明らかにしている。

(4) 天井扇周辺気流の測定を行い、天井面と天井扇の距離が天井扇の周辺気流に及ぼす影響を定量的に明らかにしている。

(5) 本論文で提示した天井扇の気流制御効果の予測手法を用いて、実在の大空間における天井扇の位置をパラメータとした CFD 解析を行い、熱的快適性の評価値である PMV (Predicted Mean Vote) を基に、快適性と省エネルギー性の両面から天井扇による気流制御効果を検討した結果について述べ、最適な天井扇設置位置の検討例を明示し、本手法の有効性を立証している。

本論文の成果により、空調される大空間の気流制御デバイスとして天井扇を用いた場合の室内気流分布及び温熱環境の分布を CFD による気流解析により実用的精度で予測することが可能となり、大空間のみならず一般空調空間への適用も可能となった。

以上のように、本論文は快適性、省エネルギー性の高い大空間の空調システムの実現を容易に可能にする天井扇併用空調の気流解析手法を確立したことにより、建築工学の進展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。