

Title	置換換気される室内における汚染物濃度分布の予測法に関する研究
Author(s)	徐, 鳴
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43376
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	徐 鳴
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 4 3 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 13 年 5 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	置換換気される室内における汚染物濃度分布の予測法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 助教授 山中 俊夫 (副査) 教 授 舟橋 國男 教 授 吉田 勝行 教 授 柏原 士郎 教 授 水野 稔

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、置換換気される室における、冷却或いは加熱される壁面の影響を考慮した汚染物濃度分布予測手法を確立することを目的とし、種々の条件が置換換気室内の温度・濃度分布に及ぼす影響を把握した上で、置換換気のみカニズムについて考察し、室内の気流エレメントから構成される熱・汚染物移動計算モデルに基づいた室内汚染物濃度分布予測法の構築を行っている。本論文の各章での内容をまとめると以下の通りである。

第 1 章では、置換換気のみカニズムや室内温度分布、濃度分布予測法に関する既往の研究の問題点について述べ、本研究の意義を明確にしている。

第 2 章では、比較的良好な断熱性を有する室に置換換気システムを導入する場合に、室内での発熱量や給気温度、換気量などの条件が置換換気室内の温度及び汚染物濃度の分布に及ぼす影響を実大模型室実験によって検討し、置換換気的基本的な特性を明らかにしている。

第 3 章では、外気に接する壁面に窓などの熱伝導率の大きい面が存在し、壁面が加熱或いは冷却壁面となる室内に置換換気を導入する場合に、室内の発熱量や換気量、外気温、給気温度が置換換気室内の温度及び汚染物濃度の鉛直分布に及ぼす影響を実大模型室実験によって明らかにしている。

第 4 章では、置換換気室内での鉛直温度分布を計算するモデルを構築するために、室内の鉛直温度分布が直線的であると仮定した上で、対流、放射熱移動量の保存則から鉛直温度分布予測式を提示している。

第 5 章では、置換換気室で壁面での貫流熱による下降・上昇流の影響を考慮した汚染物濃度の鉛直分布を求めるための予測モデルの構築を試みている。汚染物の拡散を考慮しない簡易モデルと室内での濃度勾配を再現するために拡散を考慮したモデルの両方を提案し、これらのモデルを用いた計算に必要な発熱体からの上昇プルーム流量に関する既往の実験データや理論計算式について検討を加えるとともに、加熱或いは冷却される鉛直壁面に沿った下降・上昇気流の流量の算定法として、壁面乱流境界層理論に基づく流量の計算式を誘導している。

第 6 章では、汚染物の乱流拡散係数を実験値から推定した上で、第 5 章で提示した濃度予測モデルを用いて室内の汚染物濃度の鉛直分布を計算し、測定値と比較することにより本研究で提案した予測モデルの実用性の検証を行っている。

第 7 章では、濃度分布予測に基づく置換換気空調システムの基本設計法の提案を行っている。

論文審査の結果の要旨

置換換気は室内に温度成層が形成されることによって高い換気効率及び熱排出効率を得られる優れた換気方式であり近年日本でも多くの建物に取り入れられつつある。この置換換気方式は、人体やOA機器などの発熱体から発生する汚染物の除去性能が特に優れている。置換換気の換気性能は室内に形成される鉛直方向の汚染物濃度によって評価することができ、置換換気システムの設計は室内での汚染物の濃度分布予測に基づいて行われなければならない。置換換気を行う室の壁面における熱の貫流熱移動が存在しない場合は室内での汚染物濃度の予測は比較的簡単であるが、外気に面する窓面などのように壁面での熱損失や熱取得が生じる場合には、壁面が冷却・加熱面となり壁面に沿った下降流や上昇流が生じ室内の汚染物濃度分布に非常に大きな影響を与えることが知られている。しかしながら、そのような壁面の影響を考慮できる室内汚染物濃度の予測法は確立されていないのが現状である。本論文は、そのような加熱或いは冷却される壁面での下降流、上昇流による影響を考慮した置換換気室内の汚染物予測法の構築を目的として、実物大実験、理論に基づく予測法の提案、実験値と計算値の比較による予測法の精度の検討、設計法の枠組みの提案などを行っており、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1)良好な断熱性を有する実大の実験室において置換換気を行い、室内での発熱模擬人体個数、給気温度が室内での温度及び模擬人体から発生する汚染物濃度の鉛直分布に及ぼす影響について検討がなされ、良好な断熱性を有する室においても壁面での貫流熱損失が換気熱損失に比較して大きい場合には壁面に沿う下降流の影響で置換換気が達成されないことが実証されている。
- (2)壁面の一部に窓ガラスを想定した熱的に薄い壁面を有する実大の実験室において置換換気を行い、仮想外気温度(外気を想定したチャンバーの温度)、発熱模擬人体個数、給気温度、換気量などが室内での温度及び模擬人体から発生する汚染物濃度の鉛直分布に及ぼす影響が、系統的な条件設定による精緻な実験によって定量的に明らかにされると共に、室内空気と壁面の鉛直分布の差異が汚染物濃度の鉛直分布を左右する大きな要因であることが示されている。
- (3)汚染物濃度分布に影響を及ぼす置換換気室内の鉛直温度分布予測のための計算モデルの基本的な考え方が考案され、その計算式と計算手法が提示されている。
- (4)壁面が外気温度の影響などによって冷却・加熱される場合の置換換気室内の汚染物濃度鉛直分布を壁面の乱流境界層理論に基づいて予測するモデルが構築され、モデルの中で必要となる発熱体からの熱上昇気流量の計算手法及び壁面に沿った下降・上昇気流量の計算法が提案されている。
- (5)実験を行った条件における置換換気室内の汚染物濃度分布と本論文で提案した手法によって算出した汚染物濃度分布とが比較検討されることによって、本論文で提案されている汚染物濃度分布予測モデルを用いれば、実用的に十分な精度で室内の汚染物濃度の予測が行えることが実証されている。
- (6)汚染物濃度予測法の確立を踏まえて、室内汚染物濃度分布予測に基づく置換換気システムの基本的設計法のアルゴリズムが提示され、今後の置換換気設計のあり方についての提言がなされている。

以上のように本論文は、置換換気室内において壁面での熱貫流が存在する場合にも、人体などの代表的発熱源から発生する体臭や二酸化炭素などの汚染物の鉛直濃度分布を実用的に十分な精度で予測する手法の構築を行い、その予測精度についても検証を行っている。故に本論文の成果は、いかなる気候条件の下でも、十分な換気性能が確保される置換換気システムの設計を可能にするものであり、建築工学の発展のみならず建築・空調技術水準の向上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。