

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 モハメド マハメド ファラリイ バディ

本論文は、「Study of Pollutants Dispersion and Wind Ventilation Effectiveness in Urban Areas through CFD Simulations and Wind Tunnel Experiments(風洞実験と CFD による都市域の汚染拡散と風力換気の有効性の研究)」と題して、風洞実験と CFD (Computational Fluid Dynamics) を基本として、密集市街地において良好な空気環境を確保するため、汚染拡散と通風換気性能を総合的に検討することを目的としている。研究内容は密集市街地汚染質拡散予測手法の確認、風洞実験と CFD を用いた密集市街地における風環境評価、局所排出換気回数と平均運動エネルギーに関する超過確率に基づく風環境評価法を用いた密集市街地内の換気効率の評価及び CFD 逆解析による汚染源の探知である。

本論文は以下のように構成されている。

第 1 章では、「都市における汚染拡散と通風換気」の現状について概観し、密集市街地の汚染拡散は風環境に依存し、汚染拡散を制御するために、その風環境または通風換気効率を十分調べる必要があることを述べ、本研究の目的、並びに本論文の構成を示している。

第 2 章では、「都市における汚染拡散と通風換気」に関する既往の研究について概観している。汚染質拡散の特徴、換気効率評価指標、都市境界層の特性について述べている。

第 3 章では、本研究で用いられる CFD 数値シミュレーション手法に関して概説している。

第 4 章では、「都市域汚染質拡散予測手法の確認」として、Gaussian モデルと CFD モデルの精度確認を行っている。実在複雑密集市街地において、Gaussian モデルと CFD モデルを用いて、汚染質拡散を予測し、その精度を比較している。比較した結果、建物の少ない領域では、Gaussian モデルの結果と CFD モデルの結果は概ね一致するが、建物が密集している領域では、Gaussian モデルの予測精度はかなり落ちている。結論として、Gaussian モデルの計算コストは少ないが、密集市街地での予測には不向きである。よって、本研究では、汚染質拡散の数値予測は CFD 手法を用いる。

第 5 章では、本研究で密集市街地の風環境を評価するために用いられている局所排出換気回数と平均運動エネルギーについて概要を述べている。局所排出換気回数が清浄化機能を代表する尺度、平均運動エネルギーが清涼化機能を代表する尺度と考えられることを論じている。

第 6 章では、密集市街地の風環境を把握するため、風洞実験と CFD シミュレーションを行っている。密集市街地モデルはミニ開発住宅地（いわゆる一反開発の集積された住宅地）をモデル化したものである。また、密集度の異なる三種類のモデルを用いている。16 風向を変化させ、検査空間内の平均風速、平均濃度と壁面風圧分布を測定している。CFD モデル計算と比較し、一致した結果が得られている。戸建て建物で構成された密集市街地モデル（モデル 1）では、市街地の方位による換気機能の差異は小さく、戸建て建物間の間隙が有効に働くことを確認している。

第7章では、局所排出換気回数と平均運動エネルギーに関する超過確率に基づく風環境評価法を述べた後、三種類の密集市街地モデルの局所排出換気回数と平均運動エネルギーに対する超過確率分布を日本の9都市について検討している。都市の風況特性により、主として卓越風向の存在が、各モデル間の超過確率分布の違いを広げていることを示している。超過確率15%、85%に対応する都市・モデル別の局所排出換気回数値と平均運動エネルギーを算出し、都市の風による清浄化能力と清涼化能力の一つの評価方法を示している。超過確率に基づく風環境評価は密集市街地の計画段階では有用であることを示唆している。

第8章では本論文をまとめ、今後の更なる課題を示している。

最後に、今後の課題の一つ、汚染質制御の第一段階として、CFD逆解析による汚染源の探知を試みている。

以上を要約するに、本論文は風洞実験とCFD解析により、密集市街地において良好な空気環境を確保するため、風洞実験とCFD (Computational Fluid Dynamics) を基本として、その汚染拡散と通風換気性能を総合的に検討している。局所排出換気回数と平均運動エネルギーに関する超過確率に基づく風環境評価法を用い、密集市街地内の換気効率を評価し、その有用性を明らかにしている。また本研究における風洞模型実験における風速分布、濃度分布及び圧力分布測定の結果は、都市における汚染拡散の数値モデルの開発、評価に用いられる重要なデータベースとなるものであり、都市・建築の環境工学及び風工学に寄与するところは非常に大である。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。