

## 審査の結果の要旨

氏名 吳 秉哲

本研究は「都市ストリートキャニオン空間の形状と大気安定度が風通しと換気効率に与える影響に関する研究」と題して、高層化・過密化されている都市街区内部の換気に対して着目した。その中で、特に、都市キャニオンストリート空間における流れ場と拡散場に関する検討を行った。また、これらの結果を用いて都市空間の歩行者レベルにおける換気効率を考察した。その方法として、先ず、単純な都市キャニオンストリート空間における風洞実験を行い、都市ストリートキャニオン空間内の流れ場と拡散場における特徴について検討をした。次に、CFD解析手法を用いて、都市キャニオンストリート空間における十分発達した接地境界層内と発達過程における接地境界層内の物理的な構造について詳細な検討を行った。本論文は、都市換気を考慮した都市設計に対するガイドラインや、都市汚染の緩和対策の提案、建築における自然換気設計に役立つ基礎データになることを期待してまとめた物である。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では、本論文での背景、目的及び研究内容の概要を述べ、本論文の構成を示している。

第2章では、本研究に関わる既往の研究に関して解説し、主に都市気候、大気境界層、都市空間の物理的構造解明に関して行われた実測、風洞実験、数値シミュレーションについて研究例および検討例を挙げた。

第3章では、本研究で行ったCFD解析と風洞実験の概要を述べた。CFD解析については流体の基礎方程式、乱流モデルの必要性について説明を行った。一方、風洞実験については環境無音温度成層風洞設備の概要について説明した。また、実験に

用いた各測定機器の特性および縮小模型、汚染物発生のための二重床面などの実験材料および方法について示した。

第4章では、風洞実測を用いて都市ストリートキャニオン空間の流れ場と拡散場に関して検討を行った。各 Case 間の風速の比較結果、キャニオン空間内では中層：千鳥状 Case と低層・高層：格子状 Case の風速が大きくなったが、高さ 1.0H から 2.0H 以下では中層：格子状 Case と中層：千鳥状 Case 方が低層・高層：格子状 Case より大きくなった。一方、濃度結果は低層・高層：格子状 Case が最も小さく、建物高さの不均一性を与えた都市ストリートキャニオン形状は濃度拡散に有用だと推定される。一方、濃度の発生条件と測定箇所の建物配置により濃度測定値が大きく変わることが分かった。また、様々な街区形状に対する境界層の発達程度を評価した。その結果、建物の高さが境界層の厚さに及ぼす影響が大きくなることが分かった。

第5章では、CFD 解析に関することとして、十分発達した接地境界層を仮定した都市ストリートキャニオン空間を対象として検討を行った。そこで、流れ場、拡散場を確認した後、CFD 解析データを用い、風通しと換気効率について評価を行った。その結果、風通しと換気効率は建物高さに不均一性を与えた Case の方が有効となった。更に、大気安定度が都市ストリートキャニオン空間の流れ場と拡散場に与える影響に関して検討を行い、また風通しと換気効率に関する検討を行った。その結果、検討した範囲での大気安定度の条件は風通しに与える影響があまりなかったが、換気効率については大気不安定の方が有効となった。

第6章では、CFD 解析を用いて発達過程における接地境界層の内での都市ストリートキャニオン空間を対象として検討を行った。このことは第5章で再現した十分発達した境界層での各物理量が連続している解析領域のどこから再現されるかを確認するためである。そこで、その再現性を領域内で設けた各 block 間の差で検討を行った。その結果、風速、乱流エネルギー、温度などは解析領域内の下流に達する前にほぼ一様となったが、濃度は解析領域内では一様にはならなかった。換気量の場合は、建物高さに不均一性を与えた Case の方が大きくなり、大気強不安定の場合は中立・安定に比べ換気量が大きくなった。

第7章において本論文の総括を示し、併せて今後の研究課題を示して結論とした。

以上、総括するに、本研究は風洞実験と CFD 解析を通じて都市ストリートキャニオン空間の流れ場、拡散場に関する検討を行い、その空間での風通しと換気性能に対する評価を行った。都市ストリートキャニオンの立地条件を、都市境界層が発達過程にある状態と十分に発達した状態に分けて検討しているところがこの論文の特徴である。このため、本研究で得られた知見は、複雑かつ個別性の高い日本の都市

域においても広く応用可能であることが期待でできる。また現実上の大気安定度を考慮して、大気条件による換気性状および風通しの特徴に関するデータも蓄積している。

本研究に検討された結果は独創性と実用性が高く、特に、都市の換気計画及び建築計画等の都市開発に重要な基礎データとして利用される可能性が大きいと評価される。

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。