

審査の結果の要旨

氏名 ト 震

本論文は、「ドライエリアを有する地下居室における通風換気性能に関する研究」と題して、①ドライエリア内部および上部開口面における空気流動と汚染質拡散性状の検討、②平均空気齢と関係づけた実質換気量に関する詳細な検討、③通風換気性能に関する超過確率に基づく評価手法の提案・開発を目的としている。

ドライエリア（空堀）を通じて屋外の新鮮な空気が地下室に流入し、地下室内部に発生した熱と汚染質を室外へ排出することにより、地下室内部の空気を清浄化したり、夏季において在室者の体感温度を下げて清涼感を与えたりするなど、通風・換気の観点に基づく居住環境の改善や環境負荷の低減が可能となる。しかしながら、この換気の有効性は定性的には認められているが、定量的な換気効果は現状ではまだ解明されるに至ってはいない。本論文では、風洞実験と CFD 解析の両方を用い、ドライエリア内部および上部の開口面における空気流動と汚染質拡散性状を把握し、室平均空気齢と関係づけた実質換気量を算出することにより、種々の換気要因の変化が換気量に及ぼす影響を検討している。

尚、これまで通風換気性能の評価に関する研究のほとんどは、特定の風向あるいは特定の風速での検討であり、風向・風速の長い時間帯の変化の影響を考慮していない。しかし、通風の駆動力となる上空風の風向・風速が変化すると、それに伴いドライエリアと地下室内の流れ場が変化し、換気性状が予想とは大きく異なってしまう場合がある。本論文では、通風換気性能を表す換気回数と平均運動エネルギーを評価基準とし、確率統計的評価手法により居室内における良好な換気環境あるいは最低限の換気環境を確保するのに必要な屋外の通風換気能力の評価・保持を目的とした性能項目、性能基準などの開発を行っている。

本論文の構成は以下の通りである。

第 1 章では、本論文の研究背景、および目的を提示している。

第 2 章では、ドライエリアと地下室の通風換気に類似したキャビティフローと片側開口通風換気に関する基礎理論と既往の研究を調査・論述し、開口部通風量の予測、トレーサ

ガス法による換気量の測定法と換気効率指標について概説している。

第 3 章では、本研究に関連する各種実験装置の特徴と原理、風速の測定、濃度の測定方法を説明している。さらに、通風換気解析で使用した数値解析手法の基礎理論について述べている。また、本研究で使用した通風換気量の測定法、換気回数 PFR および平均運動エネルギー KE の通風換気評価指標に関して解説を行っている。

第 4 章では、地表面の建物の影響を無視した単純な空堀モデルを用い、RANS モデルにより換気性能を表す換気効率指標である Visitation Frequency (VF) と Purging Flow Rate (PFR) に関する解析を行っており、ドライエリアの形状、流入風の乱れ、粗度が空堀の換気性状に与える影響に関して検討している。

第 5 章では、ドライエリア空間を検討対象とし、風洞模型実験で可視化実験を行い、ドライエリア内外の風速分布と地下居室からガスが放出された場合を想定したドライエリア内の汚染質拡散性状について検討している。

第 6 章では、ドライエリア、地下室、地上階に対してそれぞれの空間を測定対象とし、室内一様発生法を用いてトレーサガス実験によって、実質換気量である換気量 PFR を測定し、その結果を示している。また、換気要因である流入風向、ドライエリアと開口部の形状、地上建物の有無と建蔽率などの変化が換気量に及ぼす影響を検討している。

第 7 章では、CFD 解析によりドライエリアと地下室における通風換気性能の評価に評価指標 PFR と KE を適用し、①ドライエリアの空気流出入特性、②地下室の通風換気性能、の 2 つの項目について検討し、測定結果との比較により数値解析手法の妥当性を検証している。

第 8 章では、年間の風向・風速の統計データに基づくワイブルパラメータを使用し、通風換気性能に関する超過確率に基づく評価手法を提案している。また、ドライエリアと地下室をそれぞれ検討対象とし、風力換気ポテンシャルの評価を行っている。

第 9 章では、全体のまとめを行い、本研究の成果と今後の課題が総括されている。

本論文を総括するに、ドライエリアを有する地下室における非定常かつ 3 次元的な空気流動と汚染質拡散性状を明らかにしており、通風換気を研究している研究者へ大きな示唆を与える研究であり、建築環境工学の発展へ少なからず寄与した点が評価出来る。また、本論文により得られた性能基準値は科学的根拠として将来の地下室の利用に関する建築性能規制のアカウントビリティの向上や合理化の推進などに役立つと期待される。開発した換気ポテンシャルの分析手法および換気量の予測手法は、換気の計画や簡便な設計などの実用レベルの検討においても適用可能である。

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。