

Title	地下鉄構内の気流・温熱環境の予測手法に関する研究
Author(s)	福代, 和宏
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3143955
DOI	10.11501/3143955
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	福代和宏
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第13841号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	地下鉄構内の気流・温熱環境の予測手法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 水野 稔 (副査) 教授 山口 克人 教授 鳴海 邦碩

論文内容の要旨

本論文は、大空間かつ複雑な気流が発生する地下鉄構内の気流・温熱環境の予測手法に関する研究結果をまとめたものである。地下鉄構内の環境調整にあたっては、列車走行や機械換気の影響によって変動する気温や風速の把握と、常時行動している旅客の熱的快適性の考慮が必要である。本論文は、地下鉄構内の気流・温熱環境を予測するモデルを提案し、実測値や模型実験結果との比較によってその予測精度を検証し、標準的な地下鉄駅における旅客の温冷感予測や冷房時の温熱環境予測を行ったものであり、以下の6章からなる。

第1章では、地下鉄構内の温熱環境調整において、温熱環境および旅客行動の非定常性を考慮する必要性があることを述べている。また、既往の研究で用いられてきたマクロモデルによる解析では、旅客の温冷感や局所的な温度分布などの小さいスケールの現象を取り扱うことができないことを指摘し、マイクロ・マクロ連成モデルという新しい手法を提案している。

第2章では、マクロ(換気回路網)モデルを開発し、実在の地下鉄駅で行った実測結果との比較によって、マクロモデルによる気流の予測精度が妥当なものであることを示している。

第3章では、マクロモデルとマイクロ(CFD)モデルの連成手法として、マクロモデルの結果をマイクロモデルの境界条件として一方的に与える one-way モデルと、マイクロ・マクロ両モデル間で結果を交換し合う two-way モデルの二つを示し、可視化実験との比較により、これらの手法による駅構内の気流の予測結果が妥当なものであることを示している。また、計算負荷の点から実用上は one-way モデルを用いるのが好ましいことも示している。

第4章の前半では、大阪における標準的な地下鉄構内を歩行中の旅客の温冷感を、マクロモデルにより、温熱環境指標である SET* と RWI・HDR を用いて予測している。冬期に関しては比較的快適な温冷感予測結果となるが、夏期に関してはいずれの行動履歴に関しても不快な温冷感予測結果となることを明らかにしている。第4章の後半では、より詳細な熱的快適性を予測するために one-way モデルを用いて微視的な温熱環境予測を行い、旅客の行動履歴に沿った温熱環境の変化を評価し、マクロモデルと比較して、マイクロモデルの必要性を具体的に明らかにしている。

第5章では、one-way モデルによって列車の走行を含む非定常時を対象としてプラットホーム冷房時の気流・気温分布の予測を行っている。その結果、軌道部分とプラットホームの気温が明確に異なるという結果を得ており、冷房負荷は完全混合を仮定した従来の計算方法の見積もりよりも小さな値になる可能性を示している。

第6章では、各章の結果をとりまとめ、本論文で得られた成果を述べ、今後の課題を示している。

論文審査の結果の要旨

近年、さまざまなフロンティア空間が開発されつつあり、これらの空間は従来の建築内空間とかなり異なる特質もっている。しかし、これらの空間の環境調整のためのシステムに対する設計指針は十分明らかにされておらず、従来の空間と同じ発想が適用されることにより、エネルギーが多消費されたり、快適性からも問題の多い空間となる傾向がある。本論文は、現実的に熱的快適性に多くの問題点を持ち、そのために多くのエネルギーが消費されている地下鉄構内の空間を対象とするものである。周知のように、地下鉄構内は、隧道や地下街なども連結された複雑な形状の大空間であるとともに、階段等により地上に開放され、列車走行による列車風や機械換気、地上と地下の温度差による温度差換気が起こるなど、時・空間的に変動するきわめて複雑な気流と温熱場を有している。本論文は、この空間の適切な環境の調整法の確立に不可欠な、熱・気流環境の解析手法と評価手法に関する研究をまとめたものである。本論文で得られた主な成果は次の通りである。

- (1)従来、換気回路網というマクロ計算しか行われてこなかった地下鉄空間系の熱・気流環境に対して、CFDを用いたマイクロ計算の必要性を明らかにしている。そして、大空間の時・空間的変動を対象にすべき点から、計算機負荷の軽減を可能にするマイクロ・マクロ連成計算法を提案し、その解析モデルを開発するとともに、模型実験でその妥当性を確認している。
- (2)マイクロ・マクロ連成計算には、一般にtwo-wayモデルが必要であるが、これは大きな計算機負荷となり計算の実行を制限する点を述べ、この問題点の解決策としてone-wayモデルの適用を提案している。そして、地下鉄構内ではone-way計算で実用上十分な精度があることを具体的に示すとともに、その物理的根拠を明らかにしている。
- (3)従来の建築空間では、椅座作業者が対象であり、空間の定点の定常的な快適性のみの評価を行えばよかったが、地下鉄空間系では、空間を移動する利用客が環境評価の主体となる。本論文では、利用客が地上から地下空間に入ったり、列車から降りて地上に出るまでの時・空間変化の際に受ける熱的インパクトにより熱環境を評価すべきことを提案し、実際に本研究で開発したモデルを拡張し、計算機シミュレーションにより熱環境の評価を可能にしている。このような手法は、関連空間の熱的快適性の評価に新たな進展を与えるものである。
- (4)いままで全く行われていない。列車が駅を発着する際の地下鉄構内の熱環境の時・空間分布をシミュレーションにより求め、完全混合を仮定した従来の予測では得られない有用な情報が得られ、より合理的なシステム設計が可能になることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、従来、マクロ計算しかされてこなかった地下鉄空間系の熱・気流環境に対して、時・空間分布などのマイクロ情報を予測可能にすることにより、空間の快適化および省エネルギー化にも寄与するものであり、空気調和工学および環境工学の発展に寄与するとともに、社会の福祉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。