

研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2007～2010
課題番号：19360264
研究課題名（和文） 非定常気流・温熱環境解析手法を用いたバーチャルハウスシミュレータの開発
研究課題名（英文） Development of Virtual House Simulator Using Unsteady Air-flow and Thermal Environment Analysis Method.
研究代表者
酒井 孝司（SAKAI KOJI）
明治大学・理工学部・教授
研究者番号：40274691

研究代表者の専門分野：建築環境・設備
科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備
キーワード：空気環境，熱環境，CFD 解析

1. 研究計画の概要

本研究では、複雑な事象を総合的に評価する必要がある住宅の温熱環境を対象に、研究・設計者間の情報共有を意識した『非定常気流・温熱環境解析手法を用いたバーチャルハウスシミュレータの開発』を行う。研究計画の概略を以下に示す。

(1)複合暖房室内の非定常温熱環境実測・解析
暖房時における人体への伝熱，放射および気流変動の影響を評価するための指針を明らかにすることを目的に，集合住宅の中間階妻側住戸を対象として，床暖房，強制対流暖房，床暖房・強制対流併用暖房時における定常，周期定常，非定常温熱環境の実測及びCFD解析を行う。

(2)複雑形態のマルチロックアップリの構築
室内の気流性状をより詳細に評価するためには，家具，カーテン等の什器配置や人体等の複雑形態の設置状況を考慮する必要がある。そこで，分業体制により，空調機器，家具等複雑形態の部品化を行い，研究・設計者間の情報共有が可能なマルチブロックライブラリを構築する。

(3)マイクロ-マクロモデルの構築と解析精度検証
夏期や冬期のような長期間の住宅温熱環境を予測する場合，全ての室についてマイクロモデルを適用することは困難である。そこで，評価対象室のみをマイクロモデルで解析し，他の室をマクロモデルで解析する計算モデルの構築を試みる。また，解析精度検証が可能となる実験・解析結果のデータベースを作成する。

2. 研究の進捗状況

(1)複合暖房室内の非定常温熱環境実測・解析
定常温熱環境実測と解析

床暖房，強制対流暖房，床暖房時における定常温熱環境の実測及び解析を行った。本研究で構築した解析手法により得られた解析と実測は，概ね対応することを示した。

弱い自然対流場における予測精度の検証
高断熱住宅の壁面近傍での対流熱伝達現象の再現精度向上を目的に，弱い自然対流場の実験結果を対象とし，各種 $k-\varepsilon$ ，LES を用いて解析を行い，低 Re 型 $k-\varepsilon$ ，LES が実験と概ね対応することを示した。

床暖房室内の非定常温熱環境実測と解析
簡易人工気象室内に実大単室模型を作成し，床暖房起動時における非定常温熱環境の実測及び解析を行った。本研究で構築した解析手法により得られた非定常解析結果と実測結果は，概ね対応することを示した。

(2)複雑形態のマルチロックアップリの構築
室内の気流性状をより詳細に把握するために，エアコン，窓サッシ，カーテン，給気口4種について部品化を行った。また，椅座位，投げ足人体を部品化し，解析を行った。

(3)マイクロ-マクロモデルの構築と解析精度検証
非定常温熱環境データベースの作成
マイクロ-マクロモデルの解析精度検証を目的に，人工気象室内で床暖房模型の非定常実験を行った。室全体の非定常温度変動，床極近傍の温度変動を測定し，解析精度検証用のデータベースを作成した。
マクロモデルの構築と解析精度検証

伝熱計算を主軸としたマクロモデル解析コードを作成し、定常、非定常実測結果との照合を行った。結果の傾向は、概ね実測と一致することがわかった。

マイクロモデルの構築と解析精度検証

室内各点に微小キューブを浮かべて対流・放射連成解析を行い、温冷感指標の算出が可能なモデルを構築した。また、室内に人体を配置した場合を対象に、温冷感指標の算出を試みた。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由)当初計画した実験・解析は、ほぼ終了しており、これらの結果を整理し、実験結果、解析結果のデータベース構築と、形状ライブラリの整備を残すのみである。従って、本研究は順調に進展していると判断する。

4. 今後の研究の推進方策

CFD解析精度検証用データベースの整備

本研究では、乱れの弱い自然対流を対象に、実用計算でよく用いられる標準 k -モデル(高 Re 数型)、LES(標準 Smagorinsky モデル)と、高精度乱流モデルである低 Re 数型 k -モデル、ダイナミック LES を比較し、解析精度の検証を行った。それぞれの結果をデータベース化し、新たな壁面境界条件、乱流モデル検討の基礎となる資料を作成する。

非定常温熱環境データベースの作成

人工気象室に設置した床暖房室模型を対象に非定常実験を行った。これまでの実験結果を整理し、公開可能な非定常自然対流現象のデータベースを作成する。

マルチブロックライブラリの構築

室内の気流性状をより詳細に把握するために、エアコン、窓サッシ、カーテン、給気口4種について部品化を行った。また、椅座位、投げ足人体を部品化し、解析を行った。最終年度は、これらの形状ライブラリを整理し、一般的な問題への適用を可能とするマルチブロックライブラリの構築を試みる。

最終年度は、これまでの成果をまとめ、次世代環境設計に供するベンチマークライブラリを構築する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

酒井孝司、小野浩己、加治屋亮二、久保隆太郎、岩本静男：弱い自然対流流れ場におけるCFDの対流熱伝達予測精度の検証，空気調和・衛生工学会論文集，No.148，pp.25-33，2009.7 査読有。

R.Kajiya、K.Sakai、K.Hiruta、T.Kurabuchi、

S.Iwamoto、R.Kubo：Examination of the reproducibility of the phenomena about the thermal environment of the heating room by CFD，Proc. of 11th International Conference on Air Distribution in Rooms, RoomVent2009，pp.942-949，2009.5.，査読有。

K.Sakai、R.Kubo、R.Kajiya、S.Iwamoto、T.Kurabuchi、T.Kishida：CFD analysis of thermal environment of a room with floor heating or air conditioning, Proc. of the 11th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Paper-ID:315，2008.8.19 査読有。

[学会発表](計31件)

青木亮一、酒井孝司、小野浩己、加治屋亮二：床暖房室内における非定常自然対流現象の把握(第1報)温度測定実験とCFDの比較，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，pp.377-380，2009.9.15，崇城大学。

小野浩己、酒井孝司、久保隆太郎、加治屋亮一、岩本静男、倉淵隆：CFDを主軸とした住宅の温熱環境解析に関する研究(第1-2報)，強制対流暖房室内のLES解析，床暖房室内のLES解析，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，pp.489-496，2008.8.27，立命館大学