

審査の結果の要旨

氏名 井口雅登

本論文は、「高断熱住宅における床チャンバー方式による全館空調システムの設計に関する基礎的研究」と題して、住宅において床下空間を送風経路とした床チャンバー方式による全館空調システムの設計に関して基礎的な検討を行い、実務に供し得る設計法を確立したものである。

近年、日本の住宅の断熱水準が向上している。住宅の高断熱化が進めば、暖冷房の負荷が小さくなるだけでなく、断冷房時の室内の温度分布が緩和され、快適な温熱環境が実現されやすくなる。日本の温暖地域では部分間欠空調が主流であるが、暖冷房負荷が小さくなれば、許容される範囲内のエネルギー使用で、住宅全体を連続的に空調する全館空調を導入し、飛躍的に住宅の温熱快適性を向上させることが可能になる。全館空調は専用の空調機器や各居室と空調機器を接続するダクトの設置が必要で、スペース面やコスト面で制約がある。また、全館空調は連続して住宅全体を空調するため、部分間欠空調に比べて暖冷房負荷は大きい。一方、家庭用の電動ヒートポンプ式エアコンディショナー(以下、エアコン)は、エネルギー消費効率(APF)が7を超えるものも登場するなどエネルギー効率が向上している。エアコンは1台の機器で暖冷房の両方が可能で、家電量販店でも比較的容易に購入できることから、大変有用な暖冷房方式である。本論文は、この家庭用のエアコンを用いて、戸建て住宅の全館冷暖房を行い、省エネルギーかつ快適な温熱環境を実用化する方法を論じたもので、住宅を高断熱化し、暖冷房負荷を小さくした上で、床下空間を給気経路とする床チャンバー方式を採用すれば、省ダクトで省エネルギーな全館空調システムが構築できるとし、そのために必要となる諸課題に関して、基礎的な検討を加え、その設計法を開発し、記述したものである。

本論文での基礎的な検討は、以下の4点に関して行われている。

- (1) 床チャンバー方式による温熱環境の特徴の整理
- (2) 床チャンバー内の性状分析と温熱シミュレーション手法の構築
- (3) 温熱シミュレーションを用いた設計法の流れの作成
- (4) 実住宅における検証

(1)の床チャンバー方式による温熱環境の特徴の整理に関しては、実際の住戸での測定の結果、通常方式と比べて床表面温度が最大 3℃程度向上し居室内の風速が小さいことを確認し、快適性の向上のためには冷房時の上下温度差低減や暖房時の床面付近の温度低下を防止するため、日射遮蔽と断熱強化が必要であることを明らかにするとともに、暖冷房の処理熱量が通常方式より15%程度大きいため、処理熱量の面からも断熱強化が重要となることが明らかにしている。(2)の床チャンバー内の性状分析と温熱シミュレーション手法の構築に関しては、実大実験室における床チャンバー内の測定の結果、気流分布や熱橋の影響で水平温度分布があることや、床チャンバー内への給気温度(導入風量)によって温度差が変化すること、床チャンバー内の対流熱伝達率は、面の上下方向や暖冷房時で異なることを明らかにし、温熱シミュレーションを行うには、温度の水平分布を再現するため床チャンバー内を複数の領域に分割して行うこと、床下への給気温度を計算するためエアコン室を設けること、上下面に異なる対流熱伝達率の設定を行うことが必要であることを明らかにした。さらに実大実験室の熱橋や気流分布を分析し、温熱シミュレーション結果を実測結果と照合して、このような温熱シミュレーション手法の妥当性を確認している。(3)の温熱シミュレーションを用いた設計法の流れの作成に関しては、温熱シミュレーションにより、床チャンバー方式の基本的な熱特性を分析し、得られた結果から、

吹出口の配置、住宅の高断熱化、床下への給気温度、床板の材料が設計上の留意点となることを明らかにしている。なお、吹出口の配置の設計については複雑な CFD による計算が必要で、簡易法の構築が必要となるが、今後の課題として別途検討するものとしている。この検証された温熱シミュレーションを用いれば、高断熱住宅における床チャンバー方式による全館空調システムの実務に供しうる設計が可能となることを示した。(4)の実住宅における検証に関しては、開発した設計手法を用いて設計された戸建住宅において、温熱環境とエネルギー消費の年間測定を行い、床チャンバー方式による全館空調によって、年間を通して室温温度が小さく快適な温度に維持されることを検証し、暖冷房に用いた一次エネルギー消費量が、標準的な断熱の戸建住宅での部分間欠空調に比べて小さくなっていることを確認している。

以上の検討により、高断熱住宅における床チャンバー方式による全館空調システムの実務に供しうる設計手法が開発され、実戸建住宅においてその設計法の検証が行われ、その信頼性が確認されている。本論文は、高断熱住宅で市販の家庭用のエアコンを用いて、低コストで省エネルギーかつ快適な戸建て住宅の温熱環境を供する新たな設計法に関してその基礎的な検討を行い、実務に供し得る設計法を開発し、その信頼性を確認したもので、建築環境工学、建築設備工学の発展に寄与するところは大きい。

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。