

自動制御ロジック・パラメータを考慮した空調システムの VAV・VWV・CO₂濃度制御の省エネ効果に関する研究

第1報—シミュレーションの構築とVAV・VWV制御の省エネ効果の検討

論文集No.293

第2報—詳細制御パラメータのケーススタディ

論文集No.301

〔推薦文〕

本論文は、建物躯体性能、熱源・空調機器、VAV (Variable Air Volume)・VWV (Variable Water Volume) 制御などを含む建物全体の空調制御システムに関して、物理モデル化や機器モデル化によって実現象を詳細に再現し、様々な制御の省エネ効果を定量的に算出することが可能な独自のプログラムを構築し、各制御における省エネ効果を明らかにしたものである。

空調システムの省エネルギー化には機器の高効率化のみならず自動制御の影響を考慮することが重要となっており、その検討にはシミュレーションが有効である。国内の代表的なシミュレーションプログラムであるBESTやLCEMツールでは、年間エネルギー消費量を予測することに主眼が置かれ、計算時間を短縮するなどの理由から簡略なモデルが用いられているため、必ずしも検討対象の制御手法が再現されていないといった課題がある。また海外の代表的なプログラムであるEnergyPlusでは予め用意されている制御ロジックの機能が限定的であり、国内の空調システムで導入されている制御ロジックを再現することが難しい。本研究で提案されたシミュレーションプログラムは個々の制御ロジックを詳細に再現しているため、VAV・VWV・CO₂濃度制御の挙動を忠実に再現できるところに特徴がある。

本論文は第2報で構成されている。第1報では、制御ロジック・パラメータに基づく空調機器の挙動を詳細に再現し、様々な制御の省エネ効果を定量的に算出可能な独自のプログラムを構築した。また各計算モデルの精度を検証し、実測値と比較することで構築したシミュレーションプログラムの妥当性を示した。そのうえでVAV・VWV制御による各月の詳細な制御シミュレーションを行い、最大負荷時に合わせて設定したパラメータでは部分負荷時に制御性が悪くなる場合があり、月ごとにパラメータを調整することで制御性が改善される可能性が示された。第2報では、中央式空調システムのVAV・VWV・CO₂濃度制御に関して給気温度制御における補正值、各PI制御パラメータの影響を分析し、負荷によって消費電力量や室温の制御性が変化することや、ダンパ開度制御時の制御パラメータの変更がシステム全体へ及ぼす影響を確認した。

以上のように、本論文で提案されたシミュレーションプログラムはVAV・VWV制御やCO₂濃度制御のロジック・パラメータに基づく空調機器の挙動を詳細に再現できるものであり、各種制御の省エネ効果を定量的に評価する新たな手法としても、また負荷の状況や制御パラメータがシステム挙動に及ぼす影響を理解する上でも多くの有用な知見を提供していることから、今後、より適切な空調システムの省エネ設計、さらに運用時の制御パラメータ調整や不具合検知・診断への活用に大きく寄与する成果といえる。

よって、本論文は空気調和・衛生工学会賞論文賞に値するものと認める。