

建物躯体を活用した次世代型冷暖房システムとその最適制御

国際環境工学部 建築デザイン学科 教授 白石 靖幸

1. 背景

近年、快適性と省エネルギー性を両立させる空調システムとして、放射冷暖房が国内でも多数導入されており、対象用途もオフィスから病院、展示施設等の他用途への拡がりをみせている。更に建築躯体(主にコンクリートスラブ)を放射・蓄熱部位として有効活用するThermo Active Building System (TABS, 躯体蓄熱型放射空調システム)の導入も試みられており、次世代型の空調システムとしても注目されている。当該システムは、躯体の熱容量を活かしたピークシフト効果により、系統貢献が期待できるだけでなく、熱源容量の縮小やイニシャルコスト削減にもつながる。また躯体利用によって天井仕上げを行わないため直接コストの削減や階高低減による間接コストの削減等も期待できる。更に他の放射空調同様に、ドラフトを感じない均一な温熱環境も実現可能である。

上記のように通常の放射冷暖房と比較して、TABSは高い省エネ・快適性やコストメリットを有しているものの、外調機(外気導入を担う空調機)と併用した場合の運用条件やTABSの制御方法に関しては不明な点が多く、今後の研究開発が期待されている。

2. 研究の概要

本研究では、図1及び図2に示す新築オフィスを対象に、(1) TABSと外調機を併用した場合の最適運用条件の提案、更には(2) TABSの最適制御方法を提案すると共に、(3) これらの有効性を数値シミュレーション技術を駆使して検証している。



図1 TABSを導入したオフィス

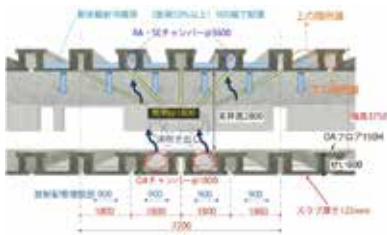


図2 対象オフィス基準階のTABS断面図

(1)では、人体の生理量を予測可能な体温調節数値人体モデル(以下、人体モデル)、オフィス空間における物理量を詳細に予測可能なCFD(Computational Fluid Dynamics)解析ツール、更に空調機の詳細な挙動及びエネルギー消費量を予測可能なES(Energy Simulation)ツールとの連成解析(図3)を用いて、室内温熱環境を良好な状態に保ちつつ、高い省エネ性を有するTABSと外調機の運用条件の組み合わせを決定している。即ち、室内環境側の目標値としては、人体モデルの皮膚温(温冷感との相関性が高い指標)とし、この皮膚温が快適域となるようなTABS及び外調機の出力(天井面温度及び室温)を決定している。

(2)では、TABSそのものが時間的に大きな遅れを伴った挙動を示すため、モデル予測制御を用い、オフィスの想定される負荷パターンに対して、天井面温度の変動を抑制し、安定化さ

せるTABSの入力(送水温度及び流量)パターンの決定手法を提案している。

(3)では、図3に示すような連成解析ツールを用いて、TABSのピークシフト運転等、TABSをより有効に活用しうる様々な運転手法に関する系統的な解析を実施し、提案する運用条件や制御手法の検証を行っている(図4)。

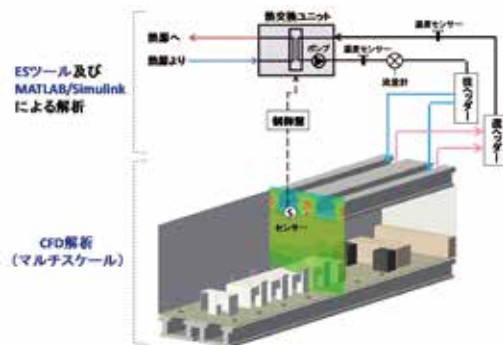


図3 連成解析ツールを用いた性能検証(基準階0.5スパン分を対象とした解析)

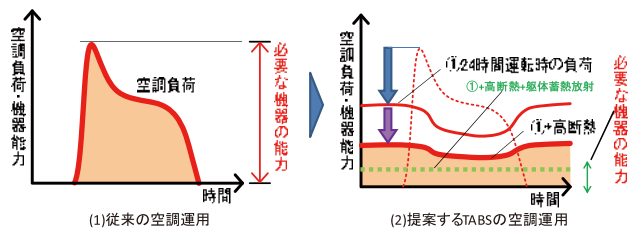


図4 空調運用方法の比較

3. 他機関との連携など

本研究は、大手設計事務所や放射パネルメーカーとの共同研究として実施しており、研究成果は最終的には対象物件のTABSの制御手法として実装する予定である。今後は既存物件の改修手法として施工性等を勘案したシステム開発も計画しており、本研究成果はその際の制御手法として採用することも視野に入れている。

Profile



白石 靖幸
Yasuyuki Shiraishi

役職/教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/東京大学

【連絡先】
shiraishi@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
建築・都市環境工学, 建築設備
■ 主要研究テーマ
各種空調システムの最適制御
放射空調システムの冷暖房能力推定
土壌熱交換システムの年間性能予測
■ PR・その他
快適、健康、省エネ等のこれからの建築分野に求められる様々な要件を満足する住まいづくり、建物づくり、まちづくりに関する研究を行っています。近年では、特に空調設備を対象とした研究を中心に行っており、これらの研究成果を少しでも社会に還元できるように、建築プロジェクトを通じた企業との共同研究にも多数取り組んでいます。