

2) - 2 業務ビル用空調システムにおける空気搬送設備の 省エネルギー制御導入効果の検証【基盤】

Study on evaluation methodology for VAV (Variable Air Volume) systems with a rotational inverter control in commercial buildings

(研究期間 平成 24~26 年度)

環境研究グループ

山口秀樹

Dept. of Environmental Engineering

YAMAGUCHI Hideki

For the energy conservation of air distribution systems in HVAC, VAV (Variable Air Volume) systems with a rotational inverter control are commonly used. However the actual system is not necessarily operated as intended at the design stage because of conflicting actions among multiple control systems and sometimes poor tuning. This research classifies the control logic according to a survey of design documents and develops the system performance evaluation method based on experiment results conducted in several actual buildings and simulation results.

[研究目的及び経過]

業務ビルのエネルギー消費量は年々増加しており、その省エネ化が喫緊の課題となっている。オフィスビルにおける用途別のエネルギー消費量を図 1 に示す。このうち、熱源、照明については高効率化が進んでいるが、搬送系の省エネには未だ多くの課題がある。搬送系のうち、特にエネルギーを消費する空気搬送系(図 2)について、負荷に応じて風量を変化させることで省エネを図る「変風量制御」の導入が大規模な建物を中心に一般的になりつつあるものの、その制御の方式について明確な定義はなく、制御ロジックによっては得られる効果に大きな差が生じる場合がある。平成 25 年 1 月に改正された省エネルギー基準においては、変風量制御については有無のみの評価となっており(図 3)、制御方式による効果の差は評価ができない。そこで、本課題では業務ビル用空調システムの空気搬送系の制御システムを対象として、実システム運転データの分析及びシステムシミュレーションによる分析を行い、省エネルギー基準における変風量制御の評価法を構築することを目的とする。

[研究内容]

1) 実システムにおける計測データの分析

実システムの運転データ(約 20 件)を収集して、空気搬送系の各種制御が導入された場合の室内温熱環境やエネルギー消費量の時系列的な挙動を分析し、どの要因がエネルギー消費量削減効果に影響を与えるかを明らかにする。

2) シミュレーションによる解析

空気搬送システムの挙動を模擬するシミュレーショ

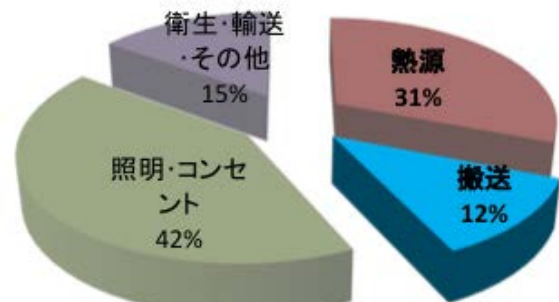


図 1 オフィスビルの用途別エネルギー消費量(一般財団法人省エネルギーセンターによる調査結果より)

空気搬送系

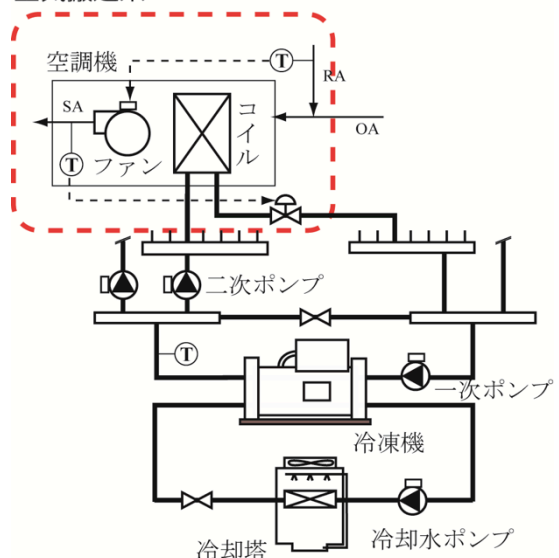


図 2 空調システムの空気搬送系

ンを構築し、実運転データによる分析結果を補完する。

3) 省エネ基準の評価ロジックへの組み込み

実測調査及びシミュレーションによる解析結果を元に、変风量制御が省エネに寄与する要件を明らかにし、制御方式の分類及び定義を行い、評価ロジックへの組み込みを行う。

【研究結果】

1) 実システムにおける計測データの分析

変风量制御が導入されている A ビルと B ビルの計測データを図 4 に示す。A ビルのように大きな省エネ効果が得られているシステムもある一方で、B ビルのように省エネ効果が得られていないシステムも多く見受けられた。室内への供給熱量を制御するためには、「給気风量」と「給気温度」の両方を制御する必要があるが、A ビルでは「給気风量」を優先して制御しているため省エネ効果が得られており、B ビルでは「給気温度」を優先して制御しているため省エネ効果が得られていないという結果になったと考えられる。変风量制御においては、风量の制御だけではなく、温度の制御も同時に考慮しなければいけないことが判った。

2) シミュレーションによる解析

MATLAB/Simulink を利用して、図 5 に示すシミュレーションモデルを構築し、実測を行ったシステムの運転特性が再現できるかを検証した。図 6 に検証結果の一例を示す。このシミュレーションを利用して、制御方式を変えた場合のエネルギー消費量を推定し、制御方式が省エネ効果に与える影響を明らかにした。

3) 省エネ基準の評価ロジックへの組み込み

上記の実測結果及びシミュレーションによる解析結果を基に、制御ベンダーへのヒアリング調査を行い、省エネルギー基準で評価の対象とする変风量制御の要件を表 1 のように定義した。この評価法は平成 27 年 10 月に省エネ基準の一次エネルギー消費量算定用 Web プログラムに反映される予定である。

表 1 省エネ基準における変风量制御の分類案

制御方式	システムの仕様		制御方法		
	ファンインバータ	末端ユニット	ファン回転数	コイル出口バルブ開度	給気温度設定値
1 給気静圧一定制御	有	・モーターダンパー (ON/OFF) ・定风量ユニット	吐出圧力による制御	給気温度と室内温度設定値の偏差により制御	一定
2 給気静圧一定制御 (給気温度最適化制御)			(圧力設定値は一定)		給気温度最適化制御
3 室温制御		変风量ユニット	室内温度と室内温度設定値の偏差	変风量ユニットの要求风量の抑で制御	一定
4 室温制御 (給気温度最適化制御)					給気温度最適化制御
5 ファン回転数最適化制御					一定
6 ファン回転数最適化制御 (給気温度最適化制御)					給気温度最適化制御

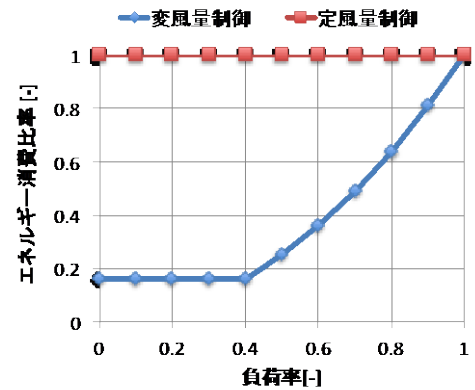


図 3 現行の省エネ基準における変风量制御の評価法 (最小风量 40% の場合)

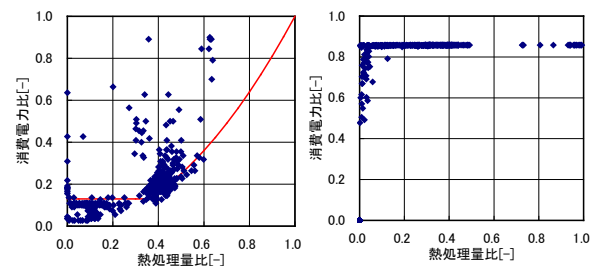


図 4 実建物における計測結果 (左: A ビル、右: B ビル)

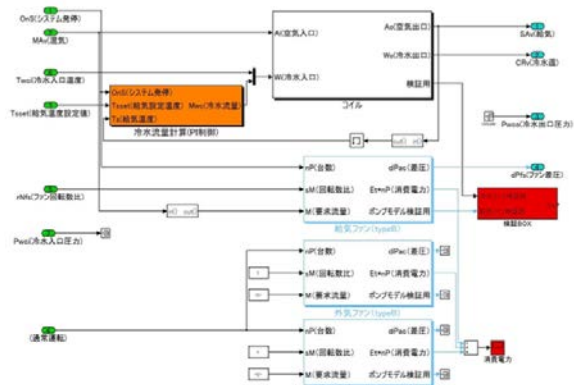


図 5 構築したシミュレーションモデル

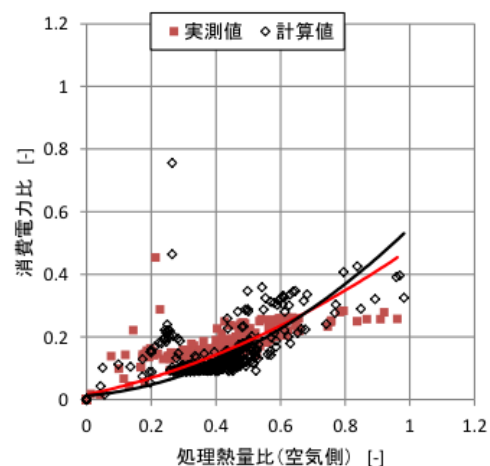


図 6 シミュレーションの検証結果