東京電機大学東京千住キャンパスの省 CO2 実現に向けた取組み その 27 建物の給排気量バランスに関する研究

Realization of CO2-saving in the "TDU Tokyo Senju campus"

Part-27 Study on the air balance of the supply and exhaust volume in a building

学生会員 ○福田 勇樹(東京電機大学) 特別会員 射場本 忠彦(東京電機大学)

技術フェロー 柳原 隆司(東京電機大学) 技術フェロー 百田 真史 (東京電機大学)

正 会 員 中里 壮一 (安藤・間) 正 会 員 中村 弘和(日建設計)

正 会 員 佐々木 剛 (鹿島建物総合管理) 学生会員 富田 達也 (東京電機大学)

正 会 員 木村 一貴 (*山下設計) *当時東京電機大学

Yuki FUKUDA^{*1} Tadahiko IBAMOTO^{*1} Ryuji YANAGIHARA^{*1}

Masashi MOMOTA^{*1} Soichi NAKAZATO^{*2} Hirokazu NAKAMURA^{*3}

Takeshi SASAKI**4 Tatsuya TOMITA**1 Kazuki KIMURA**5

*1 Tokyo Denki University *2 Hazama-ando corp. *3 Nikken Sekkei LTD.

**4 Kajima Tatemono Sogo Kanri Co.,Ltd **5 Yamashita Sekkei inc

A possibility unintended increase in energy on designing, as an example injection of outside air in a building, may occur in the operation stage. However, there are not many examples of grasping the actual condition of supply and exhaust volume valance at the operation stage. It is considered that emphasis on the supply and exhaust valance is important in the future. In this paper, we confirmed the energy saving effect by improving that.

はじめに

近年、温室効果ガス排出量削減に向けた空調設備が志向されているが、計画・設計段階には意図しないエネルギー消費の増大が運用段階で生じる懸念もあり、その一例として冬期の建物入口における外気の吹込みが挙げられる。一方で、多くの一般建物における給排気量バランスについては、竣工時に行われる風量調整時のみとなっているのが現状で、運用段階での給排気量バランスの実態把握についての検討事例は多くない実情にある。そこで本報告では、給排気量バランスの実態把握に関する試行と、その結果に基づく改善を行ったので報告する。

事前検討において、BEMS による常時計測可能である東京電機大学東京千住キャンパスを対象に、給排気量バランスの実態把握を行った所、便所排気ファンが過剰に排気していたことで、建物が負圧で運用されていることを確認できた。この結果を受け、一部の便所排気ファンのインバータ制御(以下 INV 制御)改修工事を実施した。

本研究では、INV 制御導入後の給排気量バランス実態 把握を試み、対策前後の省エネルギー効果の検証を行っ た。

1. 研究対象概要

検討対象は2016年時点で運用されている全4棟のう

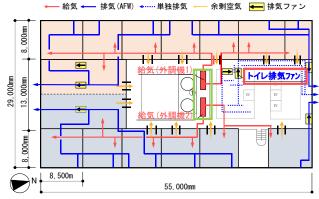


図-1 代表階における給排気系統概要図

ち、研究室・事務室・実験室用途で構成される1号館と4号館とした。なお、2号館はエスカレーターが上階まで設置されていること、また3号館は用途が部室等であることから、一般的建物へ展開は難しいと判断し除外した。図ー1に対象建物内の代表階における給排気系統概要図を示す。本大学キャンパスはエアフロー型窓(以下、AFW)が多用されているため複雑な給排気システムである。各階2機の外調機により給気を行い、AFWにより排気が行われる。加えて、パスダクトを通じて余剰給気を廊下へ排気する第1種機械換気となっている。また、便所・倉庫系統は、各室からの余剰排気空気(AFW 排気以外)を自

然吸気とし、便所・倉庫それぞれのファンにより排気(以下、単独排気)する第3種機械換気となっている。外調機とAFWは連動し、各階ごとの使用室数により風量が制御される。また、改修工事によって便所排気ファンに導入された INV 制御は、1号館では外調機2機の周波数の平均値で風量を制御し、4号館では常時一定風量を削減するよう制御されている。解析においては、給排気量はBEMSによる1時間計測データを用いた。外調機とAFWは風量データを使用し、単独排気はBEMSによる風量計測が行われていないため、ON/OFF情報と定格風量、INVの周波数により算出した。

2. 建物内外圧力差の検証

本検討では、1 号館出入り口にて微差圧計を用いて建物内外圧力差の検証を行った。図-2 に微差圧計設置個所を示す。微差圧計は1号館1階の正面入り口(No.1)、2階の渡り廊下前入口(No.2)、1階裏手の防災センター前(No.3)の1階に2か所と2階に1か所、計3か所に設置した。

図-3 に建物内外差圧と給排気量収支の相関(2016 年度)を示し、差圧及び給排気収支の発生頻度を併記した。No. 1, 2, 3 の全ての微差圧計において、給排気量収支が負値の際には建物も負圧となる傾向となっている。このことから給排気量バランスが建物の正圧負圧に影響を与えることを確認した。

3. 給排気量のバランス実態把握

前章の結果より、建物に意図しない空気の流出入が無い(気密性がある)と仮定し算出した給気風量に基づいて検討を行った。なお計測点は BEMS の 1,4 号館の外調機、空調機、給排気ファンを用いた。

3.1 給排気量収支に関する検討

図-4に1号館の給排気量収支(2013,2015年度)、図-5に4号館の給排気量収支(2013,2015年度)を示す。給排気量収支±0とフロア順に累計した設計給排気量収支(図-4,5中赤線)を参考値として併記した。1号館はわずかに負圧側に傾いた計画となっている。一方、4号館は計画上においても給排気量収支±0に近似する。2013年度(図-4,5中灰色)においては1,4号館共に設計風量に比べ給排気量バランスが大きく負圧側に傾く結果となった。2015年度においては、便所排気ファンに INV制御の導入を行ったため、給排気量バランスが1,4号館共に設計風量に近づく結果となり、年間の圧力傾向では給排気量バランスの改善を確認した。

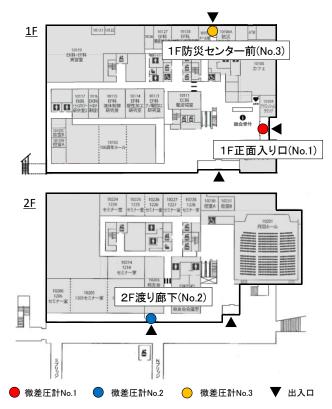


図-2 微差圧計設置個所

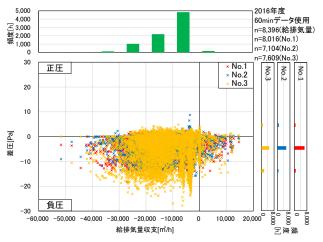


図-3 屋内外差圧と給排気量収支の相関(2016年度)

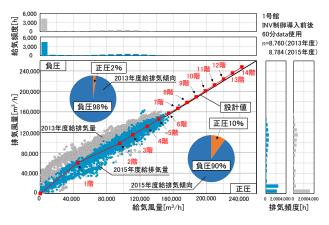


図-4 1号館給排気量収支(2013年度,2015年度)

3.2 給排気量の時刻推移に関する検討

2013年度と2013年度と比べて排気風量の削減量が最も大きい日を代表日とし、1号館および4号館の給排気量収支の時刻推移(2015年度)を、それぞれ図-6、図-7に示す。また、INV制御導入前の給排気風量試算値とINV制御導入前後の給排気風量差の日変動を図中に併記した。1号館では押し並べて排気風量の削減がみられ、中でも8時に最も排気風量が削減されている。これは外調機が運転する時間帯(8:30~21:30)の中で最も使用室数が少なく、排気ファンとの同調が為したものと考える。一方、4号館ではトータルな排気風量の削減効果は少なくないものの、排気風量の削減量は1日を通して一定である。4号館の便所排気ファンはINVで風量抑制は為されているが、室利用を反映する制御上のリンクは行っていない。1号館と同様、外調機等との連動制御への改善余地を感じている。

4. 省エネルギー効果の検証

4.1 便所排気ファン消費電力量に関する検討

便所排気ファンの INV 制御導入による省エネルギー効 果確認のため、便所排気ファン消費電力量の検討を行った。 図-8 に 1 号館の年度別便所排気ファン消費電力量推移、 図-9に4号館の年度別便所排気ファン消費電力量推移を 示す。1号館においては、2014年3月に高層部(6~14F)、 2015 年 3 月に低層部(1~5F) ~ INV 制御の導入を行った。 なお、竣工直後の2012年度消費電力量が特に大きいのは、 平日・休日共に24時間運転を行っていたためである。し たがって、運用スケジュール検討後の 2013 年度と INV 制 御導入後の2015年度を対象に消費電力量の比較を行った。 その結果、INV制御導入前後で約62%の削減を確認した。 4号館においては2015年3月にINV制御の導入を行った。 1号館と異なり、4号館は科学系の実験が多く、各室に単 独排気機器が設置されているため、便所排気ファン以外の 消費電力量が合算されるが、1 号館と同様に、INV 制御導 入前後で約30%削減したことを確認した。

以上の結果から、INV 制御導入による便所排気ファン消費電力量の削減を 1,4 号館共に確認した。

4.2 すきま風負荷の実態把握に関する検討

INV 制御導入によって建物内が負圧時に生じる外気の吹込み量が削減されたと考えられる。そのため、機械換気における給排気量収支が負値の際、差分の建物内に侵入する差分の外気をすきま風負荷と仮定し熱負荷への影響の検討を行った。なお算出方法は文献¹⁾を参考とした。図ー10に1,4号館の夏期・冬期(夏期6~9月、冬期12月~3月)における、INV制御導入前後のすきま風負荷削減量試算と負荷熱量割合を示す。1号館における、INV制御導入後のすきま風負荷は、INV制御が導入前と比べ夏期で約34%、冬期において45%削減した。なお、これらはそれぞれ夏期処理熱量の約6%、冬期の約28%に相当する。また4

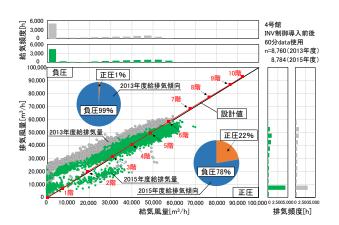


図-5 4号館給排気量収支(2013年度, 2015年度)

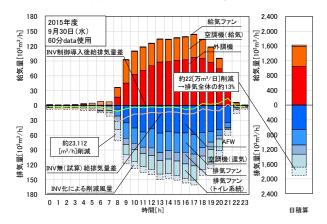


図-6 1号館代表日給排気量収支(2015年度)

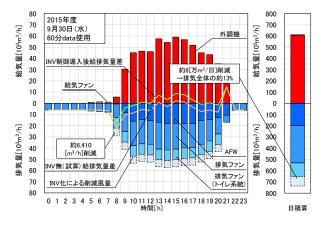


図-7 4号館代表日給排気量収支(2015年度)



図-8 1号館年度別便所排気ファン消費電力量推移

号館では、導入後は導入前と比べて夏期で約30%、冬期において31%削減した。なお、これらはそれぞれ夏期処理熱量の約2%、冬期の約25%に相当する。

以上の結果から、INV 制御の導入によるすきま風負荷の 削減が 1,4号館共に確認することができた。また、負荷 熱量割合については、1,4号館共に冬期の割合が高く、処 理熱量の約25%以上を占めていることから、冬期における すきま風負荷削減効果の重要性を改めて、認識している。

4.3 処理熱量比較による検討

前項より得られた、すきま風負荷削減の結果から空調 負荷の削減が期待されたため、建物単位での処理熱量の 年度比較(対策前後)による確認を行った。図ー11に1号 館の日積算処理熱量と年積算処理熱量(2013, 2015 年度) を、図ー12に4号館の同様の図を示す。1号館において、 冷温熱の処理熱量が共に削減の傾向を確認した。年間の 積算処理熱量においても、2015年度は2013年度と比較 して冷熱は約23%削減し、温熱は約37%削減したこと を確認した。4号館においても冷温熱の処理熱量が削減 の傾向を確認した。また、年間の積算処理熱量において は、冷熱は約6%削減したが、温熱は約0.2%増加したことを確認した。なおこれらの削減傾向は他エネルギー削減努力(室温緩和などの呼びかけ)も含んでおり、一概に すきま風負荷が減少した結果とは断定できないが、少な からず寄与できているものと考える。

なお、1 号館については INV 制御の導入によって処理 熱量が削減されたと考えられるが、4 号館では 1 号館ほ どの顕著な削減結果(暖房負荷はむしろ増加)を確認する ことができなかった。 INV 制御方法の更なる改善を考え ている。

5. まとめ

本研究では、建物における給排気量バランスの評価が今後重要性を帯びると考えられることから、実建物での検討事例が少ない給排気量バランスに着目し、INV 制御導入後の実態把握を試み、対策を施すことによる省エネルギー効果の検証を行った。結果として、便所排気ファンへの INV 制御の導入によって、給排気量収支が設計値に近づき、給排気量バランスが改善する傾向にあることを確認した。また、INV 制御の導入前後を比較することで、1 号館では便所排気ファン消費電力量、すきま風負荷、処理熱量がそれぞれ削減したことを確認したが、制御方法が異なる4号館では顕著な削減効果を確認するに至らなかった。

参考文献

 財団法人 公共建築協会:建築設備設計基準 国土交通 省大臣官庁営取繕部設備・環境課(2010.6)

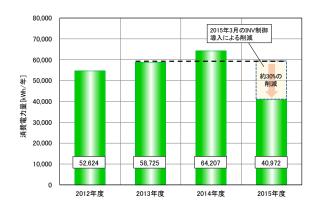


図-9 4号館年度別便所排気ファン消費電力量推移

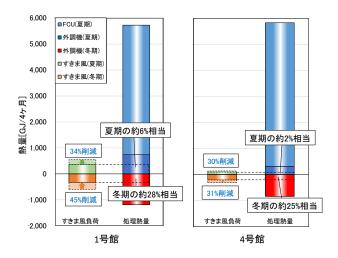


図-10 1,4号館すきま風負荷削減量(夏期・冬期)

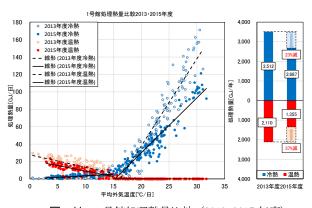


図-11 1号館処理熱量比較(2013, 2015年度)

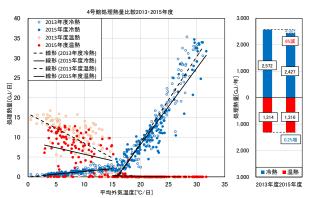


図-12 4 号館処理熱量比較(2013, 2015 年度)