

## 2) - 2 非住宅建築物における自然換気システムの評価設計技術に関する研究【持続可能】

### Study on evaluation and design method of natural ventilation systems in non-residential buildings

(研究開発期間 平成30～令和2年度)

環境研究グループ  
Dept. of Environmental Engineering

赤嶺 嘉彦  
AKAMINE Yoshihiko

西澤 繁毅  
Nishizawa Shigeki

Natural ventilation system is one of the technologies to reduce the cooling load, and is adopted to many energy-saving buildings. On the other hand, it may not be used properly in actual operation. The purpose of this study was to develop a design method for ensuring the effectiveness of the energy saving effect of the natural ventilation system and an evaluation method for the energy saving effect.

#### 【研究開発の目的及び経過】

非住宅建築物は、住宅と比べて、OA機器や照明などによる発熱が大きく、冷房用空調エネルギーの占める割合が大きい。自然換気システムは、そのエネルギー消費量の削減を目的として、冷房負荷の削減を行う技術の一つであり、近年でも省エネを謳う建築物の多くが採用している。

一方で、設計時に想定した自然換気の利用時間のうち、実際には60%程度しか運用されていないとの報告もなされている<sup>1)</sup>。これは、外部や開口部の開閉装置の騒音や外気の清浄度の問題のほか、設計者の意図が建物管理者に的確に伝達されていないことが理由とされているが、そもそも、省エネ効果の実効性を確保するための自然換気システムの設計法は確立していないのが現状である。そのため、省エネ効果は、設計者等の独自の試算によるものとなっており、そこで用いる換気駆動力（風圧力や温度差による浮力）、通気部材の特性（流量計数やP-Q特性など）、冷房負荷の計算方法などの根拠は不明確であることが多い。

本研究では、自然換気システムの省エネ効果の実効性を確保するために、評価・設計時に根拠のあるデータを用いるなど、透明性の高い評価技術及び設計技術を構築することを目的とする。なお、省エネ効果は、設計時に想定する各種条件（風圧力、通気部材の特性、通気部の開閉制御、空調制御等）で決まるため、評価技術を開発するためには、設計技術も同時に整備する必要があると言える。また、自然換気システムは、日本のみならず、欧米・アジア諸国にとっても関心の高い技術であり、ISO/TC205/WG2 (Design of energy-efficient buildings) において、自然換気システムの設計法の新たな規格<sup>2)</sup>の開発（2017～2021, プロジェクトリーダー：赤嶺（本研

究主担当者）が進められている。本研究の成果は、この規格の整備にも活用する。

#### 【研究開発の内容】

本研究では以下の（1）～（5）事項に分けて検討する。

##### （1）自然換気システムの評価法・設計法の整理

既往研究や各国の規格等の調査、および、設計実務者・開口部メーカー等へのヒアリングを行い、設計フローを作成する。そのフローの各項目については、検討事項（2）以降に掲げる各項目と関連しており、それぞれにおいて必要事項や評価技術を検討する。

##### （2）換気駆動力（風圧力）の整理

換気駆動力には、一般に外部風（風圧力）と建物内外の温度差（浮力）がある。これらは、自然換気システムの換気量を決定する重要なパラメータであるものの、風圧力については自然換気システム設計時に利用するためのデータが不十分である。そこで、建築研究所が中心となって過去に実施した風洞実験データを整理し、設計に利用いただけるよう一般への公開を行う。

##### （3）通気部材の特性の試験方法の整理

風が窓や通気部材を通過する量は、換気駆動力と窓や通気部材の特性（流量係数やP-Q特性）によって決まる。一般に非住宅建築物で採用される通気部材は、複雑な機構をしており、メーカー等でP-Q特性が公開されているものの、統一した試験法はなく、独自の試験結果となっている。そこで、その試験方法（実験室実験）とともに、数値解析による方法（数値試験）の開発を行う。

##### （4）空調設備を含めた自然換気制御の整理

自然換気システムは単独で設置されることもあるが、自然換気口が開いて外気を取り込む際は、冷房設備を停

止するなど、空調設備を含めてシステムを制御する必要がある。そのため、設計実務者へのヒアリング調査等をおこない、空調設備と自然換気の組み合わせごとの制御方法について整理を行う。

(5) 冷房負荷削減効果の計算方法の整理

冷房負荷の計算方法に関する規格類（ISO、CEN等）の調査・整理を行い、自然換気システム利用時の冷房負荷計算法への適用方法の検討を行う。

【研究開発の結果】

(1) 自然換気システムの評価法・設計法の整理

本項目で設計フローを整理し、ISO/TC205/WG2に提案している自然換気システムの設計法の新たな規格に反映した。現在ISO化に向けて各国との調整を進めている。また、建築研究所との共同研究相手である建築環境・省エネルギー機構（IBEC）とともに「業務用建築物における自然換気計画ブックレット」を公開した<sup>3)</sup>。

(2) 換気駆動力（風圧力）の整理

換気駆動力として建物に作用する風圧力（風圧係数）について、既往の風洞実験データを整理し、設計実務者が活用できるように建築研究資料<sup>4)</sup>として公開した。また、IBECのホームページ<sup>5)</sup>において風圧係数データベース及び風圧係数データ管理プログラム（CP-X）を公開した（図1）。

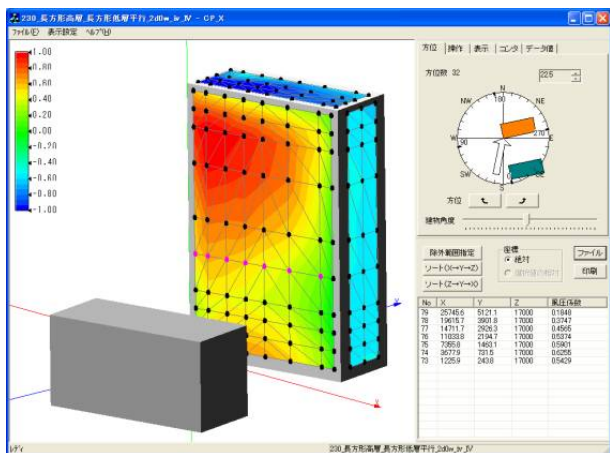


図1 風圧係数データ管理プログラム（CP-X）

(3) 通気部材の特性の試験方法の整理

試験体とチャンバ寸法による試験精度に関する検討などを実施し、通気部材のP-Q特性の試験方法（実験室実験）をとりまとめた（図2）。また、数値試験方法として、解析結果の妥当性を高めるために、特性が既知であるリファレンス部材と試験対象部材を同時に解析する手法（図3）を新たに開発した。

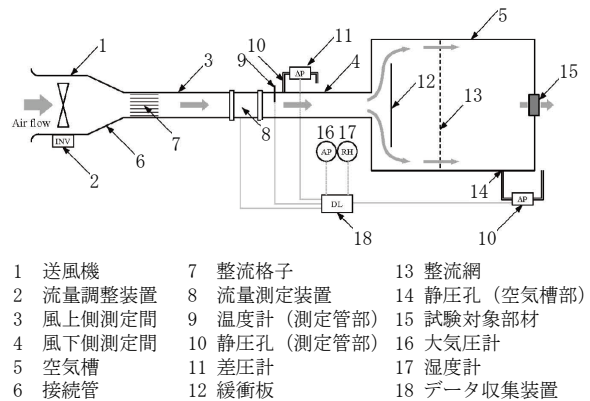


図2 P-Q特性の試験方法（実験室実験）

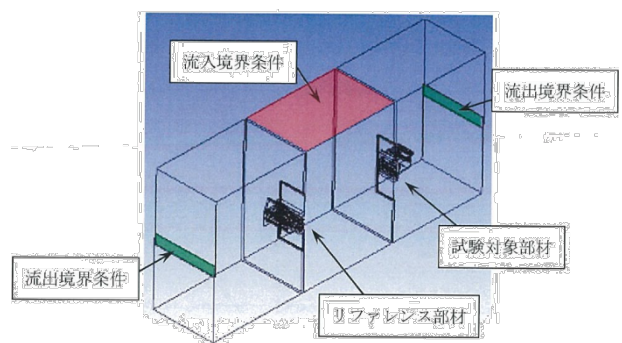


図3 P-Q特性の数値試験方法

(4) 空調設備を含めた自然換気制御の整理

設計実務者へのヒアリング等から、空調設備と自然換気の組み合わせ及び制御方法を調査し、それぞれについて、自然換気利用時に空調設備の熱源・空調ファン当の稼働状況を整理した。

(5) 冷房負荷削減効果の計算方法の整理

冷房負荷の計算方法に関する規格類を整理し、省エネルギー基準に基づく現行のエネルギー消費性能計算プログラムの計算ロジックに反映する際の課題点を整理した。

【参考文献】

- 1) 山本他：自然換気システムの運用実態に関する調査、日本建築学会環境系論文集，2007.9，pp.9-16
- 2) Design process of natural ventilation for reducing cooling demand in energy-efficient non-residential buildings (WD)
- 3) 業務用建築物における自然換気計画ブックレット [https://www.jjj-design.org/program/cv\\_booklet/](https://www.jjj-design.org/program/cv_booklet/)
- 4) 丸田他：建築物の自然換気設計のための風圧係数データベース，建築研究資料，No. 189，2018.9