

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：82115

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26249084

研究課題名(和文) 熱交換換気システムのための透明性の高い評価設計技術の構築

研究課題名(英文) Development of More Transparent Evaluation and Design Methods for Heat Recovery Ventilation Systems

研究代表者

澤地 孝男 (Sawachi, Takao)

国土技術政策総合研究所・建築研究部・部長

研究者番号：10344003

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,200,000円

研究成果の概要(和文)：建築物は室内空気質維持のため定常的に外気を導入する必要があるが、空調時には換気熱損失をきたすことから排気する空気から給気する空気に熱を回収するための熱交換機能が省エネルギー性能の向上において極めて重要な手法となっている。しかしながら、全熱交換器等製品の熱交換効率や風量-圧力特性等の特性値の評価方法には曖昧な点があるなど課題のため、現状においては熱交換換気システムの効果が十分に発揮されていない状況となっている。そこで、性能評価試験方法に関する実験に基づき、方法の詳細にわたって再構築し、実質的な省エネルギー効果算定のための方法を作成するとともに、熱交換換気システムの設計方法の骨子の作成を行った。

研究成果の概要(英文)：The outdoor air intake is indispensable for indoor air quality in buildings, but it induces additional energy needs for air-conditioning. That is the reason why heat recovery from exhaust air is important to improve energy performance of buildings. However, there are some obscure aspects in the heat recovery ventilation systems, which are relevant to the test methods for efficiency of heat exchange and airflow-pressure difference characteristics. Such obscure aspects deteriorate actual effectiveness of the heat recovery in energy saving. This research has intended to improve the test methods, to develop calculation methodologies for the effectiveness in energy saving and to develop the framework for the design method of the heat recovery ventilation systems, on the basis of experiments and of trials of test procedures.

研究分野：建築環境工学・設備工学

キーワード：省エネルギー 地球温暖化対策 空気調和設備 換気設備 ゼロエネルギー建築

1. 研究開始当初の背景

本研究の背景として、研究の着手時点において熱交換換気技術には主として以下のような課題が存在していた。

第一に、JIS B 8628 全熱交換器で温度交換効率及び湿度交換効率の測定法が規定されているが、建物における実際の運転状態では圧力損失等の影響によって給排気量の不均衡が生じている場合には、それらの特性値は熱量レベルでの実質的な熱回収効果を代表できない。また、同 JIS に規定される還気から給気への漏えいはそれらの特性値を見かけ上で向上させるため具体的な補正方法が必要であった。

第二に、温度交換効率に関しては、「仕様書表示値の 90%以上」と誤差が公に許容されているため必ずしも表示値が実現されているわけではない状況があり、また湿度交換効率に関しても表示値の検証が進んでいない。それに伴い、冬期における湿度維持及び夏期における冷房負荷の低減効果に関する検証が不十分であると言われていた。

第三に、一般に、省エネルギー技術は初期コストの増分がランニングコスト低減により妥当な期間で回収できる必要がある。しかしながら、熱交換換気システムの場合、気象条件や建物用途に適した熱交換換気最適設計法や省エネルギー・省コスト効果に関する評価が明確になっていない。そのため、熱交換換気の適否やコスト妥当性の判断が困難であるとともに、維持管理計画の立案が難しい。

2. 研究の目的

本研究は、熱交換換気を含み外皮及び空調設備から成るシステムの特性を根本から検証し直し、その省エネルギー実効性に係る透明性の高い評価法及び設計法を構築することを目的とする。

暖冷房及び換気に起因するエネルギー消費は、1)内外温度差及びエンタルピー差の大きい場合、2)連続空調を行う場合、3)多量の換気を必要とする場合などにおいて目立って増加し、その低減のため外皮や熱源設備等の対策とともに、熱交換換気が位置づけられている。しかし、熱交換換気による換気負荷低減効果に関する知見については前述のような諸課題が存在し、不透明な点が多々残されていることから、住宅及び業務用建築における暖冷房及び換気エネルギー消費量の削減対策として十分に活用されていない状況がある。本研究は現状を打開して適材適所による熱交換換気活用の実現を目指す。

3. 研究の方法

かねてより省エネルギー基準の義務化の必要性が審議会等で論じられ、2020 年を目途として新築建物について義務化するとの政府の方針が示されていた。その中で平成 29 年 4 月より、新築及び増改築される大規模な

非住宅建築物を対象に適合義務化が開始され、適合していない建物は着工及び使用開始が許可されないという強い規制措置が採られることとなった。本研究の実施者等は省エネルギー基準において使用される一次エネルギー消費量計算法を中心となって開発し、改良を重ねているが、熱交換換気システムを初めとして各種の省エネ技術の実効性は科学的根拠を持って評価されねばならず、評価ロジックは公開され様々な立場からチェックをされなければならない。熱交換換気システムについては、1 で述べたような課題が認められたことから、次のような研究方法を採用した。

第一の課題については、JIS B 8628 及び新たに整備された国際規格 ISO 16494 に基づき、関連する他の規格で規定されている主として風量測定方法に関する要件を参考に、静止形及び回転形の全熱交換器のための試験装置(風量-機外静圧特性用及び熱交換効率用)を製作し、各 1 種類の試験体を用いて試行試験を実施した。使用するセンサー類については不確かさが明確となるようにトレーサビリティを確保した。試行試験を通じて得られた知見に基づいて、今後全熱交換器製品製造者等が実施する試験の整合性及び信頼性を担保するための試験方法の細則案を作成した。その過程においては、欧州の第三者認証制度ユーロヴェントの下で全熱交換器の試験を実施しているルツェルン大学(スイス連邦)を訪問し、試験装置及び方法の詳細について聞き取り調査を行った。

第二の課題については、欧州規格、ユーロヴェント制度の規則及び ASHRAE 規格を参考として、表示規格で規定されている許容誤差の扱いについて検討を行った。その際には、本研究以前において実施した寒冷地における静止形全熱交換器の試験結果を参考とした。

第三の課題については、顕熱交換効率の風量依存性に関する既往研究を分析した上で、既往の知見を活用して給気量及び排気量により顕熱交換効率を補正するロジック及びプログラムを作成した。全熱交換効率の補正に関しては顕熱交換効率の補正方法を準用することとし、その妥当性を風量を変化させて得た試験結果を用いて検証した。

4. 研究成果

初年度の平成 26 年度においてはまず、建築物の省エネルギー性能に関わる設備機器類の特性値の計測及び値の信頼性確保に関する理論的整理及び既存の規格類を対象とした調査検討を行った。その結果、ルームエアコン、ビルエアコン及びヒートポンプ給湯機については詳細に及ぶ具体的な計測方法が規定された規格及び関連文書が存在するとともに、第三者機関の測定装置と製造者のそれとの測定精度に関する比較検証が行われているとともに、毎年市場買い上げにより

第三者機関がカタログ等表示値の確認を行う制度のあることがわかった。また、ガス等燃焼機器については、第三者機関が介入して試験が実施されていることもわかった。一方で、その他の設備機器については表示される特性値の信頼性は製造者に任されていることが一般的であることがわかった。

一方、熱交換換気設備について調査したところ、熱交換効率等の特性値の信頼性を担保する制度は存在しないこと、規格 JIS B 8628 には測定方法の具体的な要件について課題が残されていること（試験者の裁量の幅が小さくない）ことが認められた。特に、同規格は静止形全熱交換器を主対象として検討された可能性があり、回転形全熱交換器のための測定方法については課題のあることが認められた。これらのことから、エアコン類の規格や制度運用方法及び関連する規格（特に送風機に関する規格 JIS B 8330）を参考として、全熱交換器に関する具体的で明確な測定方法に関する規定案を作成し、熱交換効率及び漏れ量に関する試験装置の製作を行った。静止形全熱交換器のためには風量-機外静圧特性の測定のための試験装置も製作した（図 1 及び図 2）。また、温度等のセンサー類の不確かさに関する規定も重要であるとの観点から使用するセンサー類の選定に関する検討を行った。また、並行して回転形全熱交換器の現場実測を寒冷地（北海道）及び温暖地（茨城県）において実施した。

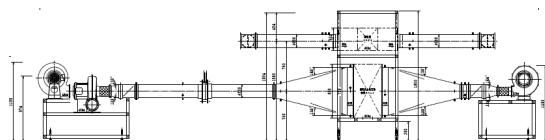


図 1 熱交換効率及び漏れ量に関する試験装置

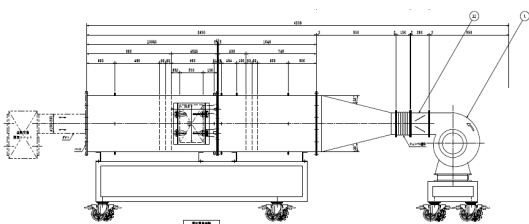


図 2 静止形全熱交換器の風量-機外静圧に関する試験装置

平成 27 年度においては、全熱交換器を含む空調設備の空気搬送系に関する設計の実態を実務者に対して聞き取り調査を実施して把握するとともに、前年度に製作した試験装置を用いて 2 機種（静止形及び回転形）を対象とした試験を試行した。合わせて、国内外の特性値計測に関わる規格類を収集分析し、規格には現れない、より具体的な測定手順案の作成に着手した。さらに、回転形を中心に豊富な試験実績を有するユーロヴェン

ト（欧州の空調関連の性能認証制度）のための熱交換換気設備の試験を行っているスイス連邦国のルツェルン大学の Heinrich Huber 教授を訪問して、直径 1m 級的全熱交換器試験が可能な試験施設及び試験手順の詳細について情報収集するとともに担当研究者との情報交換を行った。

従来は、熱交換換気設備の省エネ効果の評価においては有効換気量率、実現される給排気量の大きさと比率、測定器の不確かさの要件、具体的な測定条件等への配慮が不十分なまま、単に全熱交換効率の表示値を用いて換気負荷を割り引く操作がなされることが多かったが、それらの要因を考慮した省エネ効果の評価ロジックを作成し、研究期間の途中ではあるが平成 28 年省エネルギー基準のための一次エネルギー消費量算定プログラムへの導入を完了させた。また、平成 28 年度から開始された日本冷凍空調工業会における全熱交換器 JIS の改訂委員会に参画し、これまでの研究成果を基に改正方針に関する提案を行った。

最終年度である平成 28 年度においては、大規模な非住宅建築物を対象として義務化される省エネルギー基準のための評価方法に活用するための全熱交換器の給排気風量による熱交換効率補正手法を作成するとともに、初年度に製作した試験装置を用いて検証データを取得した。ISO に沿った新 JIS 及び現行 JIS に則って試験の試行を継続した。

我が国で全熱交換器の性能評価試験に適用されてきた JIS B 8628 が、見直しに先行して制定された ISO 16494:2014 を取り入れて全面的に改定されることとなり、全熱交換器による省エネルギー効果の評価に活用可能な特性値を高い信頼性で得ることのできる試験方法作成のための支援を行うとともに、規格には記載され得ない試験方法の細則案を作成した。試験方法の試行及び細則案の作成過程においては全熱交換器の製作又は供給者 6 社と連携をとり、新 JIS 移行後における各社による試験結果の信頼性向上を目的として、本研究による試験装置と一部の製造者の試験装置による試験結果との比較を行った。

また、全熱交換器が適用される空調設備の一次エネルギー消費量計算法に関する情報を、関連する国際規格策定の組織に継続して参加することにより取得した。その過程において研究代表者等が作成した空調負荷の計算条件としての非住宅建築物の各種室用途の室使用条件に関する国際規格を提案し発行させた（ISO 18523-1:2016）。また、全熱交換器の省エネ効果の評価を含む空調エネルギー消費量計算法の国際比較研究を IEA EBC プログラムにおいて提案し、研究代表者をリーダーとするワーキンググループを立ち上げ、英国、米国、スイス、ドイツ、イタリア、日本の計算法に関する分析比較を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

澤地孝男、設備機器の特性値と周辺の設計・施工・調整の重要性(全熱交換器を例に)、建築技術、2015年7月、pp.84-86

澤地孝男、国の施策動向と建築物に求められる省エネ性能、建築技術、2016年9月、pp.78-81

澤地孝男、燃費の比較を可能にする省エネ基準とこれからの住宅性能について、冷凍、91(1063)、2016年、pp.1-6

〔学会発表〕(計6件)

Masato Miyata, Takao Sawachi, Yasuo Kuwasawa, Yasuhiro Miki, Yoshihiko Akamine and Hideki Yamaguchi, Web-based simulation tool for compliance with 2013 energy efficiency standard for commercial buildings in Japan, 14th International Conference of IBPSA, 7th-9th Dec. 2015, Hyderabad, India

澤地孝男、2016年における基準大幅改正を契機とした実際の建築物省エネルギー性能向上の促進のために、空気調和衛生工学会北海道支部(招待講演)、2016年3月22日

Takao Sawachi, Key points for energy calculation in Japan, aiming at realistic evaluation of building energy performance, Joint Workshop of ISO TC163&TC205 (Invited presentation), 26th Sept. 2016, Berlin, Germany

Takao Sawachi, Key points for energy calculation in Japan, aiming at realistic evaluation of building energy performance, IRCC (Inter-Jurisdictional Regulatory Collaboration Committee) Workshop on the Trend of Building Energy Regulations (Invited presentation), 10th Nov. 2016, Tokyo, Japan

Takao Sawachi, Circumstances of international and national standards on building energy calculation especially for commercial buildings, National Energy Efficiency Conference (Invited presentation), 16th Nov. 2016, Sydney, Australia

澤地孝男、省エネ基準への適合は建築に携わる全員の役割、省エネ Next シンポジウム(招待講演)、日経 BP 主催、2017年3月22日、東京

〔図書〕(計3件)

Takao Sawachi, HVAC energy calculation methodologies for non-residential buildings, IEA EBC Annual Report 2016, 2017, pp.16-17

宮田征門、澤地孝男他、エネルギー消費量性能計算プログラム(非住宅版) Ver.2.3 入力マニュアル、国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所、2017年5月

Takao Sawachi (project leader), ISO 18523-1:2016 Energy performance of buildings - Schedule and condition of buildings, zone and space usage for energy calculation - Part 1: Non-residential buildings, 15th Nov. 2016

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澤地 孝男 (SAWACHI Takao)
国土交通省国土技術政策総合研究所・建築研究部・部長
研究者番号：10344003

(2) 研究分担者

桑沢 保夫 (KUWASAWA Yasuo)
国立研究開発法人建築研究所・環境研究グループ・上席研究員
研究者番号：30251341

(3) 研究分担者

田島 昌樹 (TAJIMA Masaki)
高知工科大学・工学部・准教授
研究者番号：90391680

(4) 研究分担者

村田 さやか (MURATA Sayaka)
地方独立行政法人北海道立総合研究機構・建築研究本部北方建築総合研究所・研究主任
研究者番号：00462341

(5) 研究分担者

赤嶺 嘉彦 (AKAMINE Yoshihiko)
国土交通省国土技術政策総合研究所・住宅研究部・主任研究官
研究者番号：40447420

(6) 研究分担者

宮田 征門 (MIYATA Masato)
国土交通省国土技術政策総合研究所・住宅研究部・主任研究官
研究者番号：40554986

(7) 研究分担者

三浦 尚志 (MIURA Hisashi)
国立研究開発法人建築研究所・環境研究グループ・主任研究員
研究者番号：40414966

(8) 研究協力者

咸 哲俊 (KAN Hisashi)
一般財団法人ベターリビング・つくば建築試験研究センター・性能試験研究部

(9) 研究協力者

峰野 悟 (MINENO Satoru)
株式会社建築環境ソリューションズ

(10) 研究協力者

大嶋 兼芳 (OOSHIMA Kaneyoshi)
三菱電機株式会社中津川製作所住宅用換気送風機製造部

(11) 研究協力者

津田 学志 (TSUDA Gakushi)
東プレ株式会社空調機器部技術部