

II 環境研究グループ

II-1 住宅暖冷房設備の最適設計および現場試験のための評価指標の開発

Development of Evaluation Index for Optimum Design and Field Performance for Heating and Cooling Appliances for Residential House

(研究期間 平成 17～19 年度)

環境研究グループ

Dept. of Environmental Engineering

三浦尚志

Hisashi Miura

Calculation methods of annual primary energy consumption for residential heating and cooling appliances such as room air conditioner, hot water based panel and floor heating with gas/oil boiler, FF heating, based on the tests for energy efficiency carried out in the test rooms in BRI. By this calculation methods and heating load calculation, primary energy consumption was calculated with varying the envelope performance of the houses, the type and the capacity of the appliances, climate, lifestyle schedules and the operation of the appliances.

【研究目的及び経過】

近年、住宅の省エネ、室内環境の向上は、社会的に最も重要な課題の一つである。従来、これらの課題に対し、省エネ基準法の施行による断熱気密性能の向上とトップランナー方式の導入による住宅設備の機器効率向上といった両面から、別々に取り組まれてきたと言える。また、研究面においては、省エネに対しては負荷計算などを用いた断熱気密技術の研究がなされ、室内温熱環境に対しては被験者実験等による温熱環境評価研究に基づく研究や CFD 等による温度分布に関する研究などがなされ、両者別々に実施されてきたと言える。

しかし、本来であれば、住宅躯体性能と暖冷房機器性能は切り離して考えることはできない。例えば、省エネ面について、暖冷房設備の効率は負荷や外気温度等により大きく変動するため、地域や躯体性能に依存した最適機器容量設計や暖冷房方式の選択を行うことでエネルギー消費を抑えることができる。また、室内快適性の面では、躯体性能や熱的に薄い外皮（開口部等）の配置により、コールドドラフトの有無などの室内温度場は大きく影響を受けるため、躯体性能に基づき暖冷房設備の選択や設置位置を検討することが重要といえる。従って、住宅躯体性能や地域を勘案して暖冷房設計をすることが、省エネ性・快適性の面から非常に重要であるといえる。

これらの問題に対処するために、本研究では、ガスおよび石油温水床暖房、エアコンを対象にエネルギー効率測定を実施し、測定結果から一次エネルギー消費量の推定法を構築した。またここで開発したエネルギー消費量の推定法と暖冷房負荷計算を用いて、機器容量や放熱器のサイズなど、暖房機器の設計を変えた場合の一次エ

ネルギー消費量の計算を行った。また、異なる暖房機器・機器容量が室内環境に与える影響についても考察を行った。

【研究内容】

研究内容では、主に以下に示す内容について検討を行った。

1) 設備機器の実効性能の把握

住宅暖冷房の設備性能は外気温湿度などの外気条件、室内設定や ON/OFF の仕方など居住者の使い方に大きく依存するため、これらのパラメータを変化させた時の機器性能を実験により測定した。実験は、建築研究所、人工気候室内に建つ実大住宅（図 1）にガスおよび石油温水床暖房、エアコンを設置し、以下に示すパラメータを変えて、エネルギー消費量の実測を行った。



図 1 建築研究所内の人工気候室の様子

- ①床暖房：暖房負荷、熱源機種類、床断熱性能、温水配管の種類、送水温水温度設定などの暖房方式
- ②エアコン：暖冷房負荷、機器容量、外気温湿度、室内温度設定、暖冷房方式および除湿運転などの運転方式、

さらにこれらの試験が実際の状況（非定常状態）における機器効率に対して、どの程度説明がつくかどうかを把握するために、建築研究所内の実証実験棟³⁾における暖冷房エネルギー消費実測結果と比較した。

上記、建築研究所における実験に加えて、FF 式石油暖房機についても実効性能を把握するために、試験を行った。

2) 暖冷房エネルギー消費および室内温熱快適性評価プログラムの構築

上記の実験結果から、暖冷房エネルギー消費を定量的に予測するためのプログラムを開発した。プログラムのモデル化には以下の項目について行った。

- イ) 熱源機・エアコンの機器性能のモデル化
- ロ) 床暖房の床パネルおよびその周辺躯体構造のモデル化
- ウ) 補器等を含む電力消費量のモデル化

上記に加えて、室内温熱環境を予測するために、室構成壁部材および室内表面放射場をモデル化し、室内の作用温度に関する検討を行った。

3) 暖冷房負荷計算

主に準寒冷地を対象に、暖冷房設定温度、居住者のスケジュール、建物外皮性能などを変化させて暖冷房負荷計算を行った。

4) 一次エネルギー消費計算

上述の暖冷房負荷計算の結果をもとに、本研究で構築した予測式を用いて一次エネルギー消費量を計算した。

【研究結果】

1) 予測式の構築

エアコン、石油およびガス温水式床暖房、FF 暖房について、1 時間毎の暖冷房負荷および外気温湿度を入力とするエネルギー消費計算方法を構築した^{1), 2), 4), 5)}。機器容量などが異なる実験をした以外の機種などについても、別途メーカーヒアリング等を行い、家庭用の暖房機器全てを対象とする予測式に拡張した。

2) 暖冷房負荷計算

暖冷房負荷計算ソフト「SIM-HEAT」を用いて、主に暖房負荷が大きい東北地域を対象として負荷計算を行った。24 時間連続暖房と在室時のみの暖房とでは、暖冷房負荷の値が大きく異なることに加え、暖冷房負荷分布幅が大きく異なることが計算された。

3) 一次エネルギー消費計算

エアコンについて、機器容量を小さくすると暖冷房が発停する頻度が減りエネルギー効率は上昇するが、未処理負荷が大きくなるという結果が得られた。温水暖房機器については、二次側放熱器容量と温水の送水温度との関係で処理熱量が決まること、送水温度を低くすることで熱源機効率の上昇、配管熱損失の抑制という面からエネルギー消費量を減らせる可能性があることがわかった。FF 暖房機については発停にかかる機器効率の低下があまりみられなかったため、一次エネルギー消費は機器容量にあまり左右されないという結果が得られた。

本研究課題では、暖冷房機器の構成が一次エネルギー消費量に与える影響について見てきたが、次年度以降は、①暖冷房開始時の立ち上がり運転、②対流式と放射式暖房により形成される温熱環境、③未処理負荷の発生頻度などについても検討を加えていく予定である。

【参考文献】

- 1) H. Miura, T. Sawachi, Y. Hori, A. Hosoi : Estimation Method of Energy Consumption of Hot Water Radiant Heating System, *Clima2007*, 2007.6
- 2) 細井, 澤地, 三浦, 羽原, 辻原, 安浪, 低負荷断続運転時におけるルームエアコンディショナの冷暖房 COP, 日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学 II, p.1089-p.1090, 2007.9
- 3) 澤地, 堀, 細井, 前, 秋元, 桑沢, 三浦, 三木, 田島, 齋藤, 戸倉, 西澤, 羽原, 青木, 宇梶 : 省エネルギー効果検証を目的とした生活模擬手法を含む実験手法の提案 住宅のための省エネルギー手法の実験的研究に関する研究 その 1, 環境系論文集 NO.621, pp.69-77, 2007.11
- 4) 細井, 澤地, 三浦 : 人工気候室における測定結果に基づく冷暖房 COP の部分負荷特性 ルームエアコンディショナの冷暖房 COP およびエネルギー消費量に関する研究 その 1, 環境系論文集 NO.622, pp.65-73, 2007.12
- 5) 三浦, 羽原, 細井, 澤地 : 家庭用ルームエアコンディショナの期間エネルギー消費算定に関する実験 , エネルギー資源学会コンファレンス, 2007.12