

高気密・高断熱住宅における空調システムに関する研究

— その1 実住戸における熱環境とエネルギー消費量の実測結果 —

中村 聡* 富田 健司**

要約： 省エネ法の改正やそれに伴う住宅の省エネルギー基準の改正等、住宅に対する省エネルギー性能の向上が法的に求められていると同時に、建築物の長寿命化が叫ばれる中、省エネルギーと快適性の両立に対する市場ニーズも今後益々高まると考えられる。このような社会的要求に応えるため、住宅の空調エネルギー削減と快適性向上の両立を可能にする空調システムの開発に取り組んでいる。本空調システムは、高気密・高断熱化によって大幅に低減される冷暖房負荷を小能力のエアコン1台で処理する住戸セントラル型のシステムである。本報では本システムを導入した集合住宅の1住戸における冷暖房時の室内熱環境とエネルギー消費量に関する実測結果を報告する。実測の結果、夏季冬季ともに快適な室内温湿度を維持し住戸内の各室の温度差もほぼ 1.5℃以下にできることから、冷房能力 5kW のエアコンで 73 m² の1住戸全体を十分に冷暖房できることが確認できた。また、日平均電力消費量は夏季では 8.2kWh/日、冬季では 7.2kWh/日 でほぼ計画時の電力量を達成できた。

キーワード： 冷暖房, 空調, 集合住宅, 省エネルギー, 快適性

<p>目次：</p> <p>1. はじめに</p> <p>2. システムおよび実測住戸の概要</p>	<p>3. 実測結果</p> <p>4. まとめ</p>
---	------------------------------

1. はじめに

地球温暖化防止施策の一つとして、2005年8月に省エネ法が改正・強化された。これに伴い住宅の省エネルギー基準も2006年4月に改正・施行され、これまで対象外であった延床面積 2,000 m²以上の住宅についても新築、増改築等省エネルギーに対する措置の届出等が義務付けられ、省エネルギー性能の向上が強く求められることとなった。建物の断熱性向上による熱負荷の低減を踏まえ、既報¹⁾では実験住戸での実験結果から高気密・高断熱集合住宅を対象とした小容量のエアコン1台による住戸セントラル空調システムが十分に機能することを示した。

2005年4月に竣工した集合住宅の一部の住戸に本システムを試験的に導入し、実測する機会が得られたので、本報では住戸内の熱環境およびエネルギー消費量の実測結果について報告する。

2. システムおよび実測住戸の概要

本システムは温風または冷風を室内に供給するためのチャンバーとして二重床の床下空間を利用し、給気口を有する巾木から各室に空調空気を供給するシステムである(図1参照)。また、設備機器と建築部材相互の組み合わせによって機器等の省スペース、省エネルギー、快適性向上を可能にし、さらに住戸内の間仕切変更に伴う機器の移設・更新が不要であり、建物の長寿命化にも対応したシステムである。

実測を行った集合住宅は東京都目黒区内に建設された地上3階建のRC造外断熱(外壁の熱貫流率: 0.48W/m²・K、窓部: アルミ樹脂複合サッシ、普通ペアガラス)

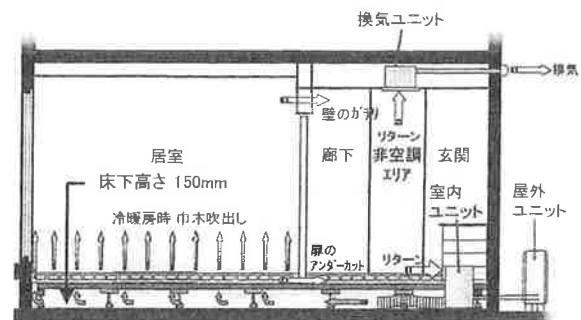


図1 住戸セントラル空調システム概念図

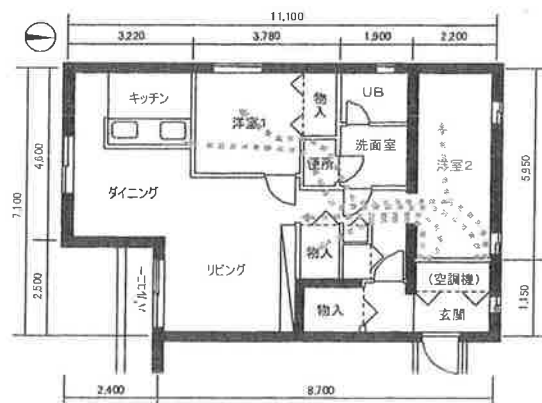


図2 住戸平面図 (破線は床下ダクト位置を示す)

*建築エンジニアリング部 環境技術グループ **同 エンジニアリング推進グループ

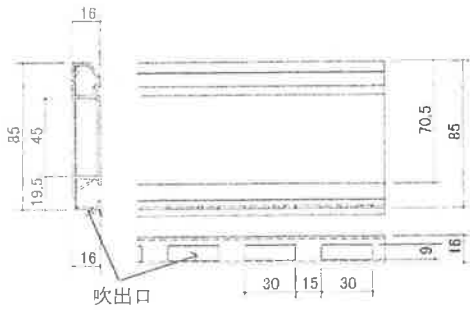


図3 巾木形状

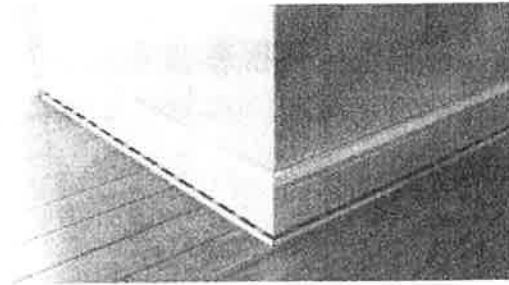


写真1 巾木部分の吹出口

建物で、11 住戸の内 3 住戸が建築主の住戸、他は賃貸の住戸である。実測は 2 階の西妻側に位置する建築主の住戸で行った。実測住戸の平面を図 2 に示す。床面積は約 73 m²、家族構成は夫婦 2 人である。吹出開口を有する巾木形状を図 3、巾木の取付状況を写真 1 に示す。

室内ユニットは玄関クローク下部に床置きとした(図 1、2 参照)。コンクリート間仕切壁や床下排水管等によって床下空間内の冷温風の流れが阻害されることが懸念される部分については、各居室近くまでダクトを配置しエアコンからの冷温風を床下空間に供給した。床下空間の高さは約 150mm である。

なお、エアコンの能力は冷房 5.0 kW、暖房 6.5 kW、風量は最大 750 m³/h で 24 時間運転を基本としたが、エアコンの ON/OFF および運転モードの変更は居住者の判断にまかせた。

温湿度測定は小型温湿度センサー(T&D 社製 RTR-53)を用い、居間、洋室 1、洋室 2、洗面室の 4 室の他、エアコンの吹出口、還気吸込口の計 6 箇所で行

い、エアコンの消費電力量は電流ゲージ(T&D 社製 CR700)を用いた。測定間隔はいずれも 10 分間隔とした。2005 年 5 月の竣工後から連続測定しているが、本報では夏季は 2005 年 8/16~8/22、冬季は 2006 年 1/29~2/4 を代表日として抽出した。

3. 実測結果

3.1 夏季における室内温湿度と電力消費量

夏季の各室の温湿度変動と電力消費量の変化を図 4 に示す。各室の平均室温は約 27°C でその変動幅は ±1°C 程度と小さい。また、同時刻の各室の温度差は大きくとも 1.2°C 以下で、住戸内の温度分布はほぼ均一と考えられる。各室の室温と相対湿度の関係を図 5 に示す。各室の平均湿度は 60% 前後で、50~80% の間で変動している。相対湿度が 70% 以上になるのは、ほとんどの場合がコンプレッサー非稼働時もしくは稼働直後であり、冷房または除湿運転時の相対湿度は 60% 程度に抑えられている。

日電力消費量は 6.8~9.8 kWh、日平均電力消費量

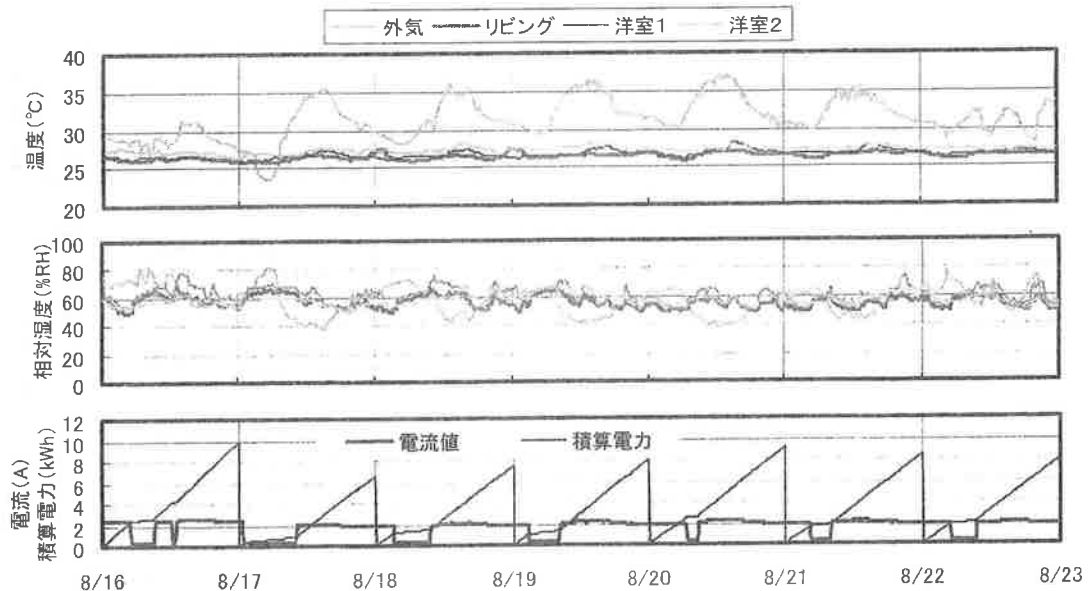


図 4 夏季における各室の温湿度と消費電力の変化

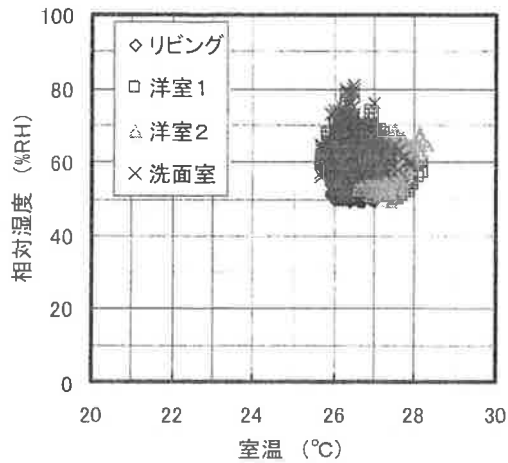


図5 夏季の各室の温湿度分布

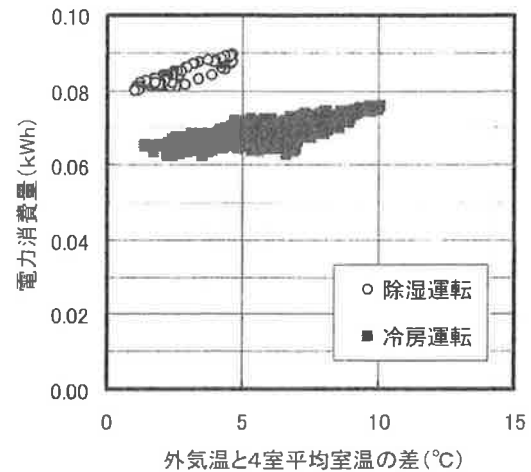


図6 屋外と室内の気温差と電力消費量の関係(夏季)

は 8.2kWh で計画時の予想消費量 9.0kWh をやや下回った。8/16 の日電力消費量が 9.8kWh と大きくなったのは、外気相対湿度が終日高く、気温が低かったため終日除湿運転したことによるものと考えられる。

外気温と4室の平均室温の温度差に対する電力消費量(10 分値)の関係を図6に示す。温度差が同程度でも電力消費量が異なる2つのグループがあり、いずれも温度差に対する相関が見られる。電力消費量が多いグループは、夜間から明け方にかけて、あるいは曇天日の電力消費であり、除湿運転による潜熱処理が電力消費増加につながっている。さらなる省エネルギーのためには、潜熱処理に要するエアコンの電力消費を抑える除湿方法との組み合わせや新たな除湿方法の開発が必要である。

3.2 冬季における室内温湿度と電力消費量

冬季の各室の温湿度変動と電力消費量の変化を図7に示す。洋室2の室温が深夜から翌朝9時頃にかけて低下しているのは、居住者からの要望で吹出開口面積を室の使用に応じて変更できる様にしたことから、室を使用しない時間は人為的に吹出開口面積を小さくした可能性があること、パソコン排熱処理のために局所排気を行っているため、パソコン不使用時にも外気の侵入があったことによると思われる。各室の平均室温は 21°C前後で維持され(洋室2については使用時の室温)、その変動幅は±1.5°Cで安定している。また、同時刻における各室間の温度差は最大でも 1.5°C程度で、住戸内には時間的にも空間的にもほぼ均一な熱環境が形成されている。

日電力消費量は 7.1~7.3kWh、日平均電力消費量は 7.2kWh で、計画時の予想消費量 7.0kWh と同程度

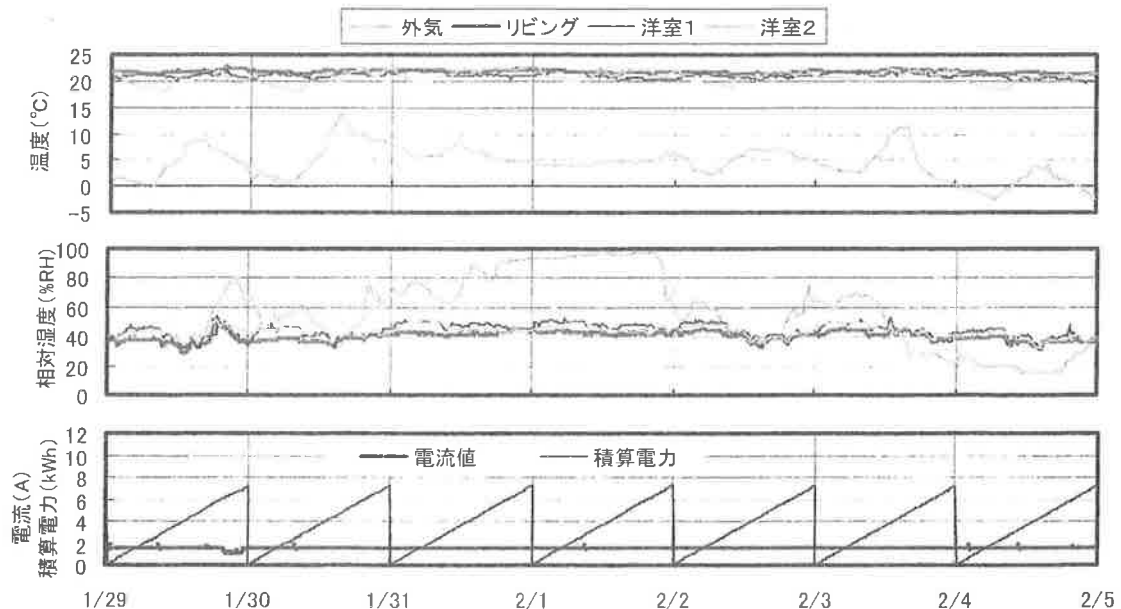


図7 冬季における各室の温湿度と消費電力の変化

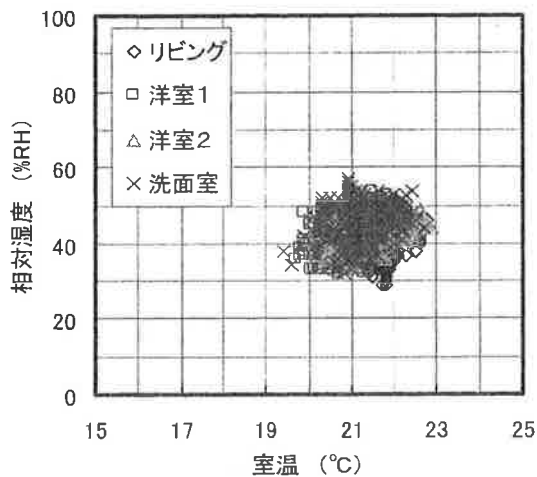


図8 冬季の各室の温湿度分布

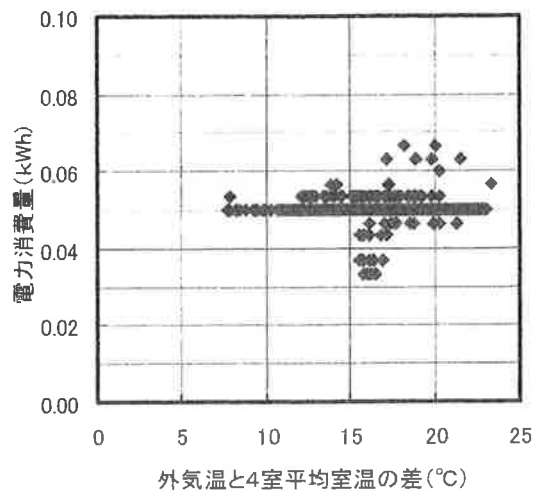


図9 屋外と室内の気温差と電力消費量の関係 (冬季)

であった。

各室室温と湿度の関係を図8に示す。各室の平均湿度は40～45%で、30～55%の間で変動している。暖房時は湿度制御を行っていないため40%を下回る場合があるものの概ね良好な相対湿度である。

外気温と4室の平均室温の差に対する電力消費量(10分値)の関係を図9に示す。夏季のような正の相関は見られず、温度差に関わらずほぼ一定の電力消費量となった。これは内部発熱や窓からの透過日射の他、躯体の蓄熱効果により暖房負荷が非常に小さくなり、エアコンの運転に影響を及ぼさない程度の負荷変動であったことに起因すると考えられる。

謝辞

本システムの導入および実測にご協力いただきました牛島様に対し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中村他, 「高気密・高断熱住宅におけるセントラル空調システムに関する研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp1205-1206, 2003.9

4. まとめ

実測の結果を以下にまとめる。

- ・ 冷房能力5kW(16帖用に相当)のエアコン1台で73㎡の1住戸全室の空調が可能である。
- ・ 夏季、冬季ともに時間変動が小さく、空間的に均一な熱環境が住戸内に形成されている。
- ・ 省エネルギータイプの除湿、加湿方法との組み合わせによりさらなる快適性向上が望める。
- ・ 内外温度差によって使用したエアコンの電力消費量を推定できる可能性を見出した。
- ・ 電力消費量は計画値とほぼ合致し、本システムが省エネルギーと快適性向上を両立するシステムとして有効に機能することを確認した。

STUDY ON THE AIRCONDITIONING SYSTEM

FOR HIGH-THERMAL INSULATION AND AIRTIGHT RESIDENCE

Part1. Actual measurement at the residence where a development system was applied

S.Nakamura, K.Tomita

The central air conditioning system for the apartment house where it aimed at the improvement of saving energy and the thermal comfort was developed, and this system was applied to actual residence.

This report showed the result that an indoor thermal environment and the amount of energy consumption in summer and winter were measured. A good indoor thermal environment was formed with little energy (the amount of average electric power consumption of around the day of summer is a 8.2kWh/ day, and it of winter is a 7.2kWh/ day), and it could confirm that this system was functioning effectively as that result.