

外断熱を施した集合住宅における夜間換気の効果に関する研究 (その3. 夜間換気と日射遮蔽の組み合わせ効果のシミュレーション)

シミュレーション結果 住まい方 冷エクセルギー

正会員 直井 隆行*1 同 游 明遠*2
同 津村 真理*2 同 伊澤 康一*3
同 宿谷 昌則*4 同 生島 充*5
同 石川 雅規*5

1.はじめに 本報では、実測を行なった集合住宅Rの9階K邸について、室温シミュレーションプログラムを作成し、住まい方の違いが夜間換気の効果に及ぼす影響をコンクリート躯体が保有するエクセルギーや室内空気のエクセルギー消費に着目して考察した。

2.シミュレーションの概要 シミュレーションにおいて対象とした空間は、その2.図1に示したK邸の居間と和室の広さにあたる間口4.2m×奥行6.2m×天井2.2mの空間とした。窓はバルコニーに面する西向きのものでした。居間・和室の北側にある二つの窓面は、窓からの透過日射が少ないと考え、計算を簡単にするため無視した。壁・室内空気のそれぞれについて、熱容量質点系のエネルギー収支式を導き、それらを後退差分法として、室温・各部温度を未知数とする連立方程式として解くことにした。実測した室温・MRTとシミュレーションによる計算室温・MRTは、平均誤差0.3 程度に収まったため、このモデルは妥当だと考えた。エクセルギー収支式は、エネルギー収支式に対応するエントロピー収支式を導き、エネルギー収支式と連立することによって求めた。

図1に、シミュレーションで想定した住まい手の構成と夜間換気の時間帯を示す。Case1では、一人暮らしを想定し、9:00～21:00は内部発熱がなく、夜間換気は21:00～翌9:00までの間に行なわれるものとした(昼間0.5回/h)。Case2では、2人暮らしを想定し、9:00～21:00は内部発熱一人分の100Wを与え、夜間換気は18:00～9:00までの間に行なわれるものとした(昼間1.0回/h)。照明による発熱は、Case1とCase2ともに240Wとした。なお、シミュレーションにあたって、拡張アメダス気象データの1995年6月から8月までの東京都新木場のデータを使用した。夜間換気は6月1日から毎日行なうことを想定して計算を行なった。

3.住まい手の構成と日除けの有無による比較 図2は、夜間の換気回数6回/hを与えた場合について、8/13～8/18の室温の計算結果を日除けの有無で分けて示したものである。

「日除け有り」は、「日除け無し」に比べて、昼間の室温がCase1,2ともに1.5 ほど低い。Case1-日除け有りの場合は、8/13～17までの5日間を通して27～28 程度と十分良好な熱環境になっており、外気温が32 近くまで上がる8/17の14:00においても室温は、28.4 までに抑えられている。Case2-日除け有りの場合についても、18日には最高で29.7 まで上がっているものの、5日間を通して、夜間には27 、昼間でも29 程度になっている。日除けの設置が、夜間換気の効果を引き出すのに前提条件にな

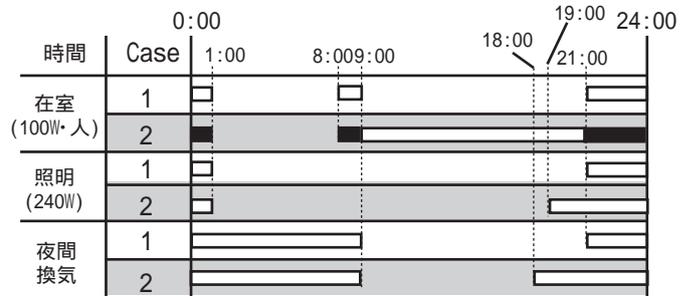


図1 住まい手の構成と夜間換気の時間帯

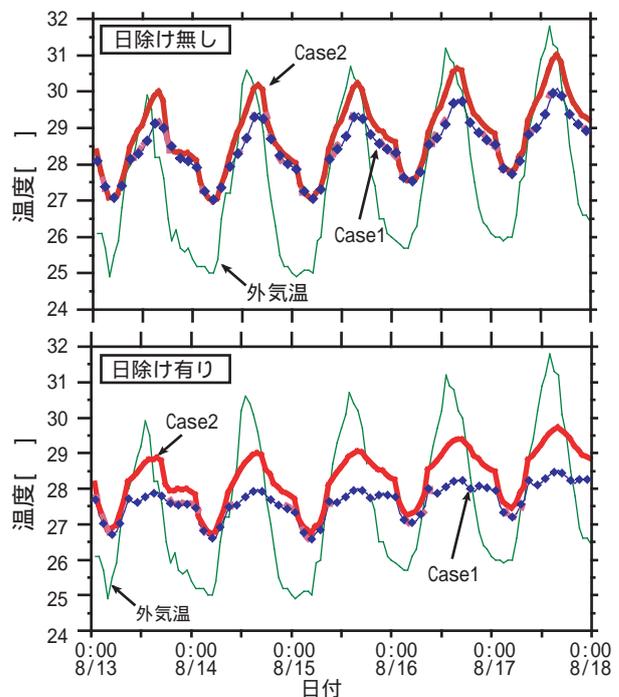


図2 室温の経時変化(夜間換気6回/hの場合)

ることがよくわかる。また、躯体の蓄冷効果を十分に利用できることもわかる。なお、夜間換気回数6回/hは、その2.に述べた実測結果から推定した平均的な換気回数とほぼ同等である。

十分な日射遮蔽を行ないつつ、夜間換気を行なった場合の室温シミュレーションの結果は、集合住宅Rの住まい手の多くがエアコンによって得ている室温(その1.の図3参照)に近い。

4.夜間換気回数と躯体のエクセルギー保有量 図3は、

Research on Passive Cooling Effect of Nocturnal Ventilation in a Condominium with Externally Insulated Building Envelopes
(Part 3. Simulated Results of Combined Effect of Nocturnal Ventilation and External Shading)

NAOI Takayuki, YU Ming Yuan, TSUMURA Mari, ISAWA Koichi, SHUKUYA Masanori,
IKUSHIMA Mitsuru and ISHIKAWA Masanori

コンクリート躯体平均温とエクセルギー保有量の経時変化を、Case2-日除け有りの場合について、夜間の換気回数6回/hと1回/hのそれぞれについて示したものである。躯体平均温は、6回/hの場合に28.5~29 となっているのに対して、1回/hの場合は33 と外気温よりも高くなっている。

コンクリート躯体のエクセルギー保有量は、外気温の変動に応じて変化している。換気回数が6回/hの場合、躯体平均温が外気温よりも高い場合には温エクセルギー、低い場合には冷エクセルギーとなっている。一方、換気回数が1回/hの場合は、躯体内部の平均温が常に外気温よりも高いため、温エクセルギーだけを保有し、冷エクセルギーを保有することはない。

換気回数が1回/hの場合でも外気温と躯体内部の平均温の温度差が小さくなる昼間の時間帯には、温エクセルギーの保有量が夜間の2500kJ程度から、その1/10ほどまで小さくなるが、冷エクセルギーに転じることはない。換気回数が6回/hの場合、昼間の時間帯に350~400kJの冷エクセルギーを保有しており、夜間においても、温エクセルギーの保有量が400kJ程度に抑えられている。夜間の外気を積極的に室内に取り入れることで、昼間に躯体を冷源として活かすことができることをよく表現している。

夏場において、集合住宅Rのような十分に断熱が施された建物でエアコンを使わずに涼しく住むためには、日除けを施すだけでは不十分であり、また、夜間換気を行なうだけでも不十分である。日射遮蔽と夜間換気の組み合わせによって、はじめて冷たさを作り出すことができる。

5.換気回数とエクセルギー消費の積算量 図4は、Case2-日除け有りの場合の夜間換気回数と室温の関係を示したものである。この図にはまた、夜間換気時間帯における室内空気のエクセルギー消費1ヶ月(7/17~8/17)積算値を示してある。夜間の換気回数が増えるにつれて3:00と14:00の室温が低くなっている。換気回数0.1回/hの場合は、室温が40 近くまで上がってしまうのに対して、換気回数が10回/hの場合は、3:00で27 程度、14:00で29 程度になっている。夜間の換気回数が5回/h程度を越えると、温度の降下率は、小さくなるのがわかる。

1ヵ月間のエクセルギー消費量は、換気回数が増えるにつれて増加している。これは、換気回数が増えることによって、周壁と室内空気の間で温エクセルギーが対流によってより多く消費されるからである。夜間換気は、室内に蓄えられた温エクセルギーを積極的に消費させ、生成されたエントロピーを外気へ排出することであり、その結果として室温・周壁温を下げるができると言える。

6.住まい手支援への展開 これまで述べた本研究の結果を住まい手に情報開示して、住まい手の住まい方を支援していくことが重要であると考えている。実際に、2004年3月18日に集合住宅Rの住まい手と、Rと同様の仕様の東京都江東区にある集合住宅の住まい手を対象に、住まい方の勉強会が行なわれた。この勉強会には15名の住まい手が参加し

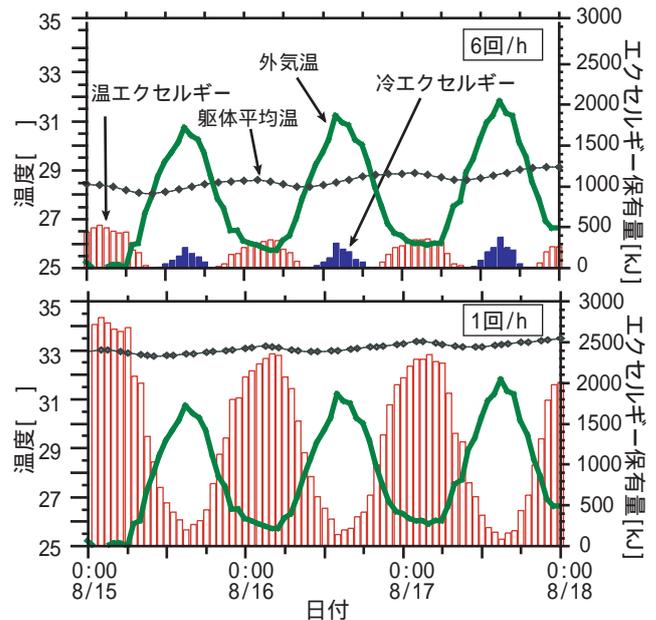


図3 躯体平均温とエクセルギー保有量の経時変化(日除け有り)

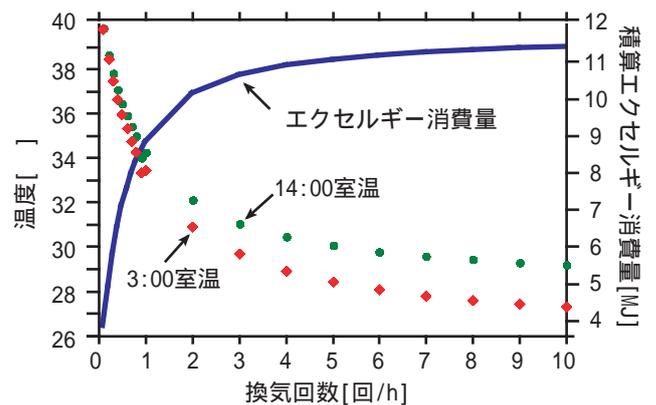


図4 夜間における換気回数と室内空気のエクセルギー消費量の関係(日除け有り)

た。本研究で得られた結果の概要を住まい手を対象にして発表し、その直後に、住まい手と筆者らで、実際の生活の中で夜間換気をどのように行なったらよいのかについて議論した。参加者は、夜間換気と日射遮蔽の組み合わせ効果を理解したように思われる。問題点としては換気にもともなう騒音や防犯が挙げられた。今後も、住まい手が自発的に住まい方を改善し得る支援を継続していく必要がある。

— 参考文献 —

- 1) 西川竜二・宿谷昌則:冷エクセルギー概念による躯体熱容量を利用した自然冷房システムの計画に関する検討、日本建築学会 環境工学委員会、熱環境小委員会 伝熱WGシンポジウム「最近の建築伝熱シミュレーションと設計ツール」予稿集、日本建築学会、pp.25-31、1998年12月。2)宿谷昌則:光と熱の建築環境学、丸善、pp.161-207、1993年5月。

*1 (株)リブラン・修士(環境情報学)
 *2 武蔵工業大学大学院・大学院生
 *3 武蔵工業大学環境情報学科客員研究員・博士(工学)
 *4 武蔵工業大学・教授・工学博士
 *5 康和地所株式会社

Livlan Co.Ltd.,M.Environmental and Information Studies,
 Graduate student, Graduate School, Musashi Institute of Technology,
 Visiting scientist, Musashi Institute of Technology, Dr.Eng,
 Professor, Graduate School,Musashi Institute of Technology,Dr.Eng
 KOWAESTATE Inc.