

窓改修実施集合住宅における冷暖房用エネルギー消費量削減効果の検証

窓改修 シミュレーション 断熱性能 環境実測 省エネルギー 樹脂サッシ

正会員 ○ 橋本 侑美*1 正会員 近藤 武士*4
同 廣川 由樹*1 同 湯澤 秀樹*4
同 小林 茜*2 同 大沢 真純*4
同 秋元 孝之*3

1. 研究背景、目的

開口部からの熱流出は冬期の住宅からの熱流出の3割を占める等、暖房負荷や室内温熱環境において重要な部位であり、複層ガラスの窓は省エネルギー基準改正の1992年頃より徐々に広まり、2013年には61%の住宅に導入¹⁾された。また開口部の改修は断熱改修の中で比較的容易で大きな効果も期待できる事から、ストック建築物の省エネ化が重要とされる昨今に有効な省エネ手法と言える。

本研究では窓改修実施建物を対象に実測調査を行い、改修前後の温熱環境及び空調のエネルギー消費量を比較することで、窓改修の効果を検証することを目的とする。

2. 実測概要

アルミサッシを用いた既存の窓に樹脂サッシを用いた内窓を取り付ける断熱改修を行った集合住宅の1住戸において実測を行った。一時的に内窓を撤去し既存窓のみとした期間(以降、アルミ期間)と、内窓を取り付けた期間(以降、樹脂期間)で実測を行い、内窓の有無によってエアコン消費電力量にどのような影響を及ぼすのか検証した。

2.1 実測対象住戸

東京都世田谷区の1991年に竣工された集合住宅の1階東妻側住戸を実測対象住戸とした。対象住戸は西面が共用廊下と空室の隣住戸に面し、その他は外気に面する。表1に対象建築および実測対象住戸概要を、図1に実測対象住戸平面図を示す。居間のパッケージ型空調機(以降、PAC)に電力量計を設置しPAC消費電力量を調査した。

2.2 実測期間

実測期間を表2に示す。冬期に20日間の実測を行い、2018年1月20日～1月29日の10日間をアルミ期間、1月30日～2月8日の10日間を樹脂期間とした。夏期に26日間の実測を行い、8月6日～8月19日の14日間をアルミ期間、7月25日～8月5日の12日間を樹脂期間とした。

3. 実測結果

3.1 PAC消費電力量

図2に冬期、図3に夏期実測におけるPAC消費電力と外気温度の推移を示す。冬期はアルミ期間1,600～2,000W程度、樹脂期間1,000～2,000W程度、樹脂期間で連続空調時に消費電力が減少の傾向が見られた。夏期は樹脂期間で空調起動時500～600W程度の消費が見られるが、多くの時間では250～300W程度で期間による差は少ない。

冬期および夏期実測の各期間における空調稼働時1時間あたりの平均PAC消費電力量を図4に示す。冬期はアルミ期間と比較し樹脂期間で消費電力量が26.0% (387Wh/h)減少した。一方、夏期は32.2% (81Wh/h)増加した。

表1 対象建築および実測対象住戸概要

所在地	東京都世田谷区	竣工	1991年
構造	RC造	総住戸数	31戸
規模	地上6階	空調方式	個別空調方式
住戸階数	1階	住戸面積	90m ²
天井高さ	2,520mm	居住人数	夫婦2人
窓仕様	外窓：アルミサッシ + 単板ガラス 内窓：樹脂サッシ + Low-E複層ガラス		

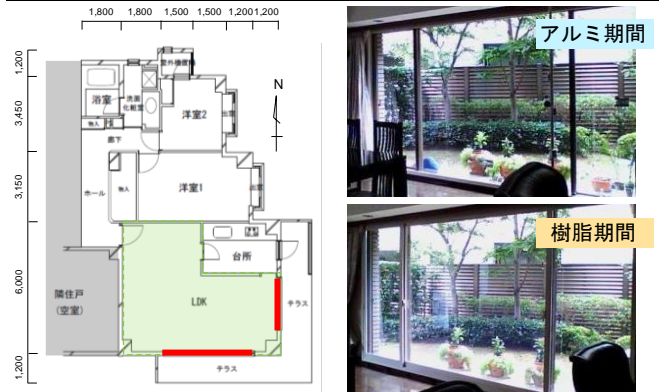


図1 対象住戸平面図および南側窓の様子

表2 実測期間

冬期	アルミ期間	2018年1月20日～1月29日(10日間)
	樹脂期間	2018年1月30日～2月8日(10日間)
夏期	アルミ期間	2018年8月6日～8月19日(14日間)
	樹脂期間	2018年7月25日～8月5日(12日間)

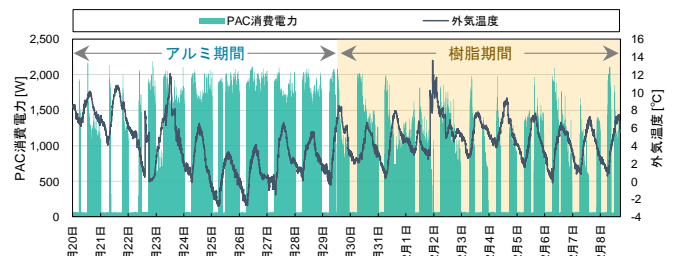


図2 冬期実測におけるPAC消費電力と外気温度

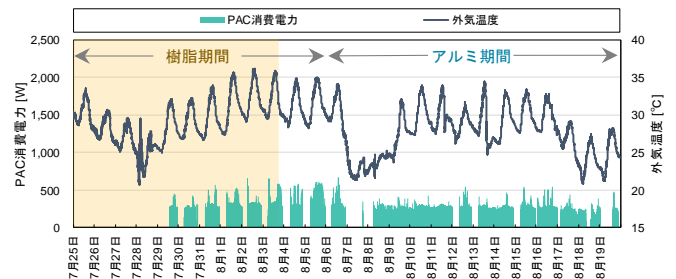


図3 夏期実測におけるPAC消費電力と外気温度

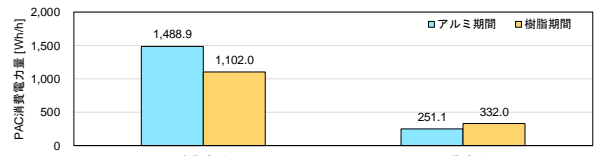


図4 空調時間あたりPAC消費電力量

3.2 PAC 消費電力量と外気温度の関係

実測における消費電力量の結果には、期間による外気温度の違いが影響している可能性がある。夏期および冬期実測における 1 時間あたりの PAC 消費電力量と外気温度の関係を図 5 に示し、期間による傾向を比較する。

冬期は外気温度が同程度の際に、樹脂期間の消費電力量が小さい傾向が確認できる。夏期は外気温度が同程度の際には両期間で消費電力量に大きな差はなく、樹脂期間の方が外気温度が高かったため空調時間あたりの消費電力量が大きくなったと考えられる。

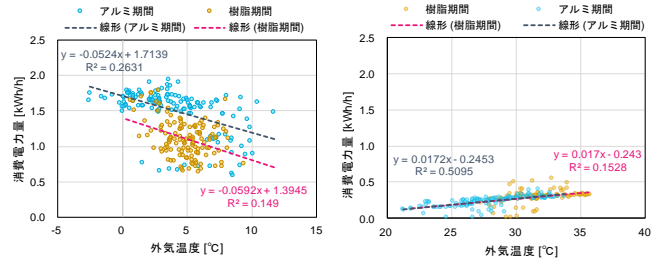


図 5 1 時間あたり PAC 消費電力量と外気温度の関係 (左：冬期実測、右：夏期実測)

3.3 PAC 推計消費電力量

外気温度に応じた各期間の PAC 消費電力量に対し近似直線を引き、これを外気温度に対する PAC 消費電力量の推計式とする。推計式として以下を得た。

x: 外気温度[°C], y: PAC 消費電力量[kWh/h]

冬期：アルミ $y = -0.052x + 1.7$ 樹脂 $y = -0.059x + 1.4$

夏期：アルミ $y = 0.017x - 0.25$ 樹脂 $y = 0.017x - 0.24$

推計式を用いて冬期および夏期実測全期間の外気温度の結果から推計消費電力量を算出し図 6 に示す。なお算出に当たり PAC は常時運転とし、実測全日程の結果を用いた。

冬期は樹脂の方が 23.4% (175kWh) 減少、夏期は樹脂の方が 1.4% (2kWh) 減少し、同一外気条件では冬期、夏期ともに高断熱の樹脂の方が消費電力量が小さくなった。

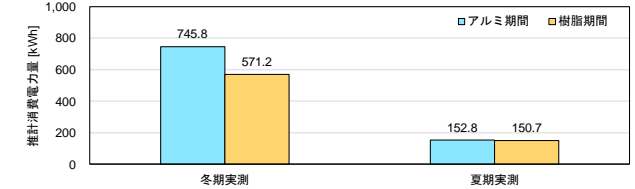


図 6 PAC 推計消費電力量

4. シミュレーションによる年間予測

4.1 シミュレーション概要

実測結果を用いてシミュレーションモデルを作成し、年間を通じた窓改修の効果を検討した。

温熱環境シミュレーションソフト AE-Sim/Heat を用いて解析を行った。図 7 にモデル平面図、表 3 に解析条件を示す。同一建物モデルで窓のみ変更し、改修前のアルミケースと改修後の樹脂ケースで比較を行った。

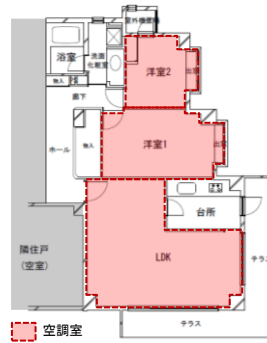


図 7 モデル平面図

表 3 解析条件

解析期間	1月1日～12月31日
暖房期間	11月3日～4月22日
暖房設定	温度：21.0°C、湿度：50%
冷房期間	6月5日～9月20日
冷房設定	温度：26.0°C、湿度：50%
気象条件	EA データ (府中、標準年)
U _A 値	アルミケース：1.65 [W/(m ² ·K)] 樹脂ケース：1.43 [W/(m ² ·K)]
世帯構成	2人 (夫婦)
COP	暖房：3.41、冷房：2.28
冷暖房運転	在室者のいる時間のみ運転 (間欠運転)
発熱機器	冷蔵庫、テレビ、PC 等 8 種

4.2 シミュレーション結果

図 8 に月別 PAC 消費電力量、図 9 に PAC の年間消費電力量および年間一次エネルギー消費量の計算結果を示す。

月別消費電力量は暖房期間の全月と冷房期間の 7、8 月において、アルミケースよりも樹脂ケースの方が減少し、冷房期間の 6、9 月には僅かであるが増加した。夏期において、高断熱の樹脂ケースでは外気温度が室温よりも低い際には室内の熱流出を抑制し増エネとなり、室温よりも高い際には室内への熱流入を抑制し省エネとなる。年間 PAC 消費電力量は、樹脂ケースで暖房 12.1% (394kWh)、冷房 1.8% (7kWh)、年間 11.0% (401kWh) 減少した。

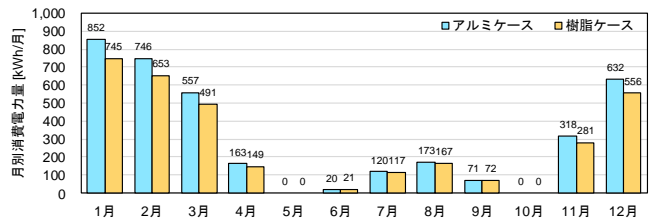


図 8 月別 PAC 消費電力量計算結果

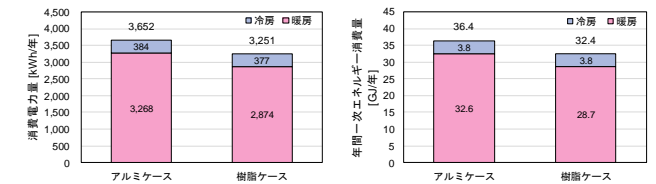


図 9 PAC による年間消費量計算結果 (左：消費電力量、右：一次エネルギー消費量)

5. まとめ

窓改修を実施した集合住宅の 1 住戸を対象に冬期および夏期実測とその結果を踏まえた年間シミュレーションを行った。年間シミュレーションではエネルギー消費量が暖房で 12.1%減少、冷房で 1.8%減少、年間では 11.0%減少し、改修による省エネ効果があることが確認された。

【謝辞】

本研究の一部は、塩ビ工業・環境協会に設置された「ZEB・ZEH の実現を考える会」(委員長：芝浦工業大学 秋元孝之) の活動の一環として実施されたものである。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 「平成 25 年住宅・土地統計調査」総務省統計局, 2013

*1 芝浦工業大学大学院 理工学研究科 建設工学専攻 (当時)
*2 芝浦工業大学大学院 理工学研究科 建設工学専攻
*3 芝浦工業大学 建築学部 建築学科 教授 博士 (工学)
*4 日建設計総合研究所

*1 Graduate Student, Shibaura Institute of Technology
*2 Graduate Student, Shibaura Institute of Technology
*3 Prof., Dept. of Arch., Shibaura Institute of Technology, Ph. D.
*4 NIKKEN SEKKEI Research Institute