

住宅における窓の熱的性能の違いによる室内熱環境への影響と暖冷房負荷削減効果 その2 シミュレーションによる比較

正会員 中野誠司*¹ 同 京極 光*² 同 赤司泰義*³ 同 住吉大輔*⁴
同 尾崎明仁*⁵ 同 高村正彦*⁶ 同 畑中 直*⁷

窓 シミュレーション 樹脂サッシ 熱負荷 アルミサッシ 結露

1 はじめに

前報¹⁾では、窓の熱的性能の違いによる室内熱環境と冷房負荷への影響について実験により検討を行った。しかし、両実験棟間でエアコンによる実現室温の違いや日射が得られる時間帯の違いなどがみられ、負荷の厳密な比較は困難である。そこで本報では、熱負荷計算プログラムによる年間シミュレーションによる室内熱環境と冷暖房負荷への影響について報告する。

2 シミュレーション概要

2.1 シミュレーションモデル

前報に示した実験と同様の住宅モデルを作成し、シミュレーションを行う。熱負荷計算には動的熱負荷計算ソフト THERB²⁾を用いる。冷房期間は6月から9月、暖房期間は12月から3月とし、24時間空調とした。熱負荷は設定室温湿度を与え、その実現に必要な熱量として算出する。設定室温湿度は冷房時 26°C,60%、暖房時 20°C,40%とした。ただし冷房時の加湿、暖房時の除湿は行わない。大人1人の在室を想定し、内部発熱量は 58W、内部発湿量は 100g/h とした。また、換気回数は 0.5 回/h とした。気象条件は福岡の拡張アメダス気象データ³⁾ (標準年)を用いた。

2.2 ケーススタディ

実験と同様のケースとして、アルミフレーム+複層ガラス (Alm+D)、アルミフレーム+遮熱 Low-E ガラス (Alm+Lb)、樹脂フレーム+遮熱 Low-E ガラス (PVC+Lb) を取り上げる。また、新たに樹脂フレーム+断熱 Low-E ガラス (PVC+Li) を加えた。アルミフレームの枠、框 (かまち)、窓の各面積は実験で使用した実物を参考に枠面積 0.19m²、框面積 0.55m²、ガラス面積 2.69m² とし、樹脂フレームも同様に枠面積 0.31m²、框面積 0.53m²、ガラス面積 2.66m² とした。

3 夏季計算結果

3.1 ガラス性能差による影響

8月1日から8月7日までの7日間の外気条件を図1(a)に、同期間における Alm+D と、Alm+Lb のガラス表面温度、フレーム表面温度、冷房負荷の変化を図1(b)に示す。室内側ガラス表面温度は Alm+D がより高い値となり、室外側ガラス表面温度は Alm+Lb がより高い値となる。日射が多い日中に遮熱 Low-E ガラスは室内熱環境の改善と負荷削減に効果を発揮する。

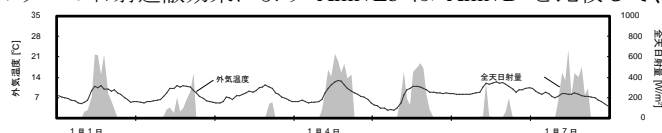
3.2 フレーム性能差による影響

8月1日から8月7日までの7日間の Alm+Lb と、PVC+Lb

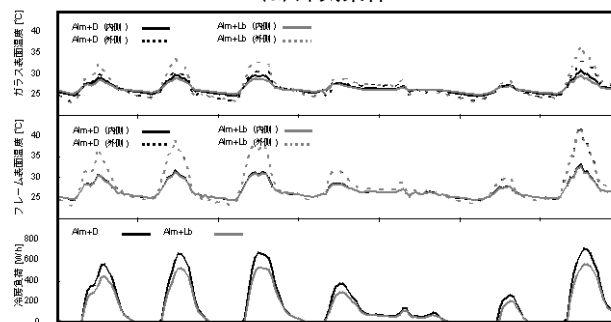
のガラス表面温度、フレーム表面温度、冷房負荷の変化を図1(c)に示す。室内側フレーム表面温度は断熱性能の違いから、Alm+Lb が高く、室外側フレーム表面温度は PVC+Lb が高い。しかし、フレームが窓全体に占める割合は約 2 割と小さく、冷房負荷への影響はあまり見られない。

3.3 冷房負荷への影響

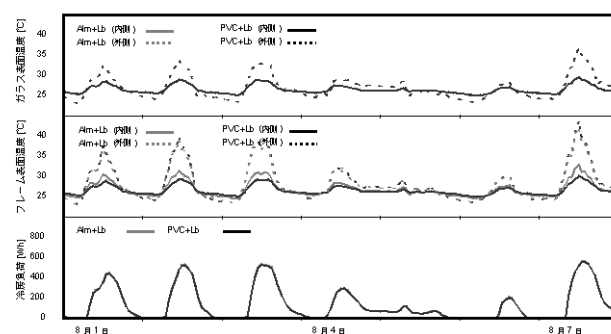
各ケースの月積算冷房負荷比較を図2に示す。遮熱 Low-E ガラスの日射遮蔽効果により Alm+Lb は Alm+D と比較して、



(a) 外気条件



(b) Alm+D と Alm+Lb の比較 (8月)



(c) Alm+Lb と PVC+Lb の比較 (8月)

図1 ガラス・フレーム表面温度と冷房負荷 (8月)

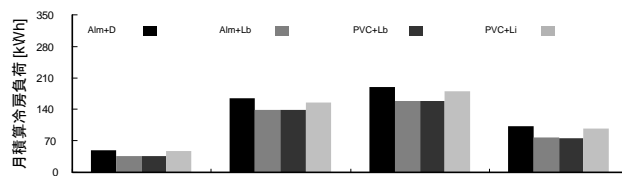


図2 月積算冷房負荷比較

6月、9月において約25%の冷房負荷の削減効果が得られる。比較的気温の高い7月、8月では、冷房負荷削減効果は約15%に減少する。これは高温な外気による熱貫流の影響が大きくなるためだと考えられる。フレームの断熱性による負荷への影響は小さく、PVC+Lbの月積算冷房負荷はAlm+Lbと比較して約1%低い結果となった。PVC+LiはAlm+Dと比較して約5%の負荷削減効果が得られるが、Alm+Lbよりも冷房負荷は大きくなり、夏季の負荷削減にはガラスの遮熱性能が支配的であることが分かる。

4 冬季計算結果

4.1 ガラス性能差による影響

1月1日から1月7日までの7日間の外気条件を図3(a)に、PVC+Lbと、PVC+Liのガラス表面温度、フレーム表面温度、冷房負荷の変化を図3(b)に示す。日射によりPVC+Liでは室内側ガラス表面温度が高くなっており、PVC+Lbでは室外側ガラス表面温度が高くなっている。遮熱Low-EガラスではLow-E膜が室外側のガラスにあり、断熱Low-Eガラスでは室内側のガラスにあるためである。

4.2 フレーム性能差による影響

1月1日から1月7日までの7日間のAlm+Lbと、PVC+Lbのガラス表面温度、フレーム表面温度、冷房負荷の変化、フレーム表面での結露の有無を図3(c)に示す。日射が多く得られる時間帯では室内側フレーム表面温度に差は殆ど現れない。日射がない時間帯では室内側フレーム表面温度は、PVC+Lbが17°C程度であり、Alm+Lbの14°C程度と比べ3Kの違いがある。そのため、樹脂フレームはアルミフレームと比較して結露の発生時間が約60%少ない。

4.3 暖房負荷への影響

各ケースの月積算暖房負荷比較を図4に示す。遮熱Low-Eガラスの熱負荷削減効果は夏季より小さくなり、Alm+Dと比較してAlm+Lbは約5%の負荷削減効果が見込まれる。これは遮熱Low-Eガラスの日射遮蔽効果により太陽光を室内に取り込めないが、断熱性能で複層ガラスより優れるためだと考えられる。フレームの断熱性による暖房負荷への影響は夏季と同程度で、PVC+Lbの月積算暖房負荷はAlm+Lbと比較して約3%の削減となる。冬季の暖房負荷削減効果が最も大きいのは樹脂フレーム+断熱Low-Eガラスの組み合わせで、Alm+Dと比較して約25%の負荷削減効果がある。

5 おわりに

本報では、シミュレーションにより年間を通した窓の熱的性能の違いによる室内熱環境と冷暖房負荷の検討を行った。シミュレーション結果より負荷への影響はガラスの性能が支配的であったが、樹脂フレームにすることで負荷は更に削減できる結果となった。また、冬季では表面温度の違いから結

露の発生頻度も大幅に減少する結果となった。各ケースの月積算暖房負荷比較を図5に示す。年間を通して最も空調負荷が低いのはPVC+Lbで、Alm+Dと比較して約10%低い。

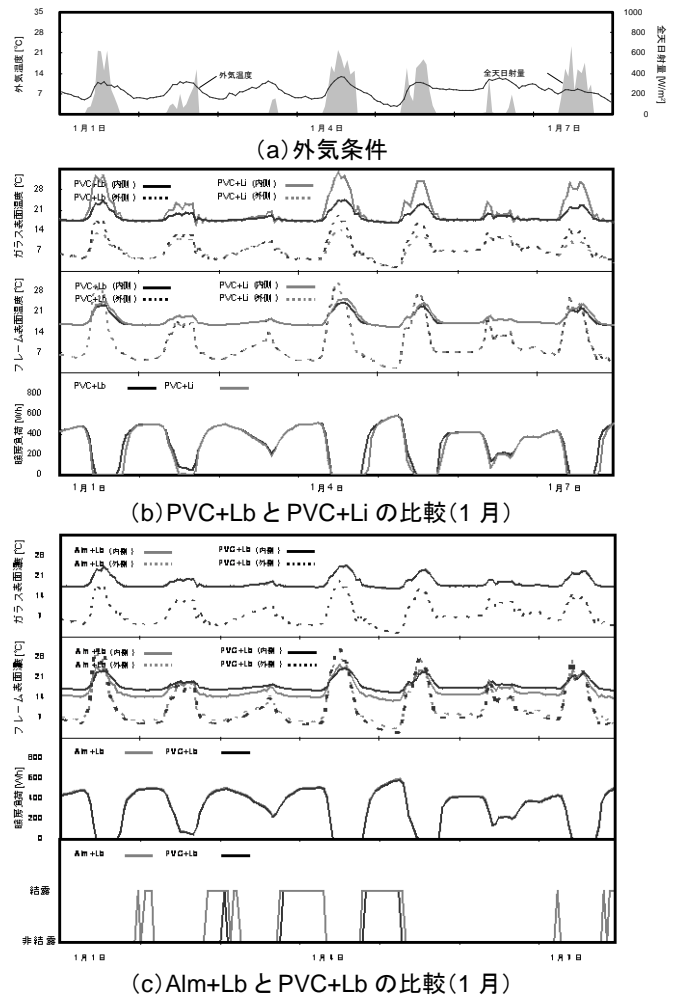


図3 ガラス・フレーム表面温度と冷房負荷(1月)

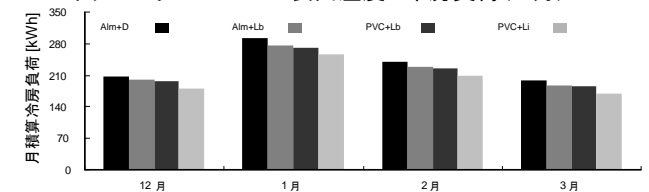


図4 月積算暖房負荷比較

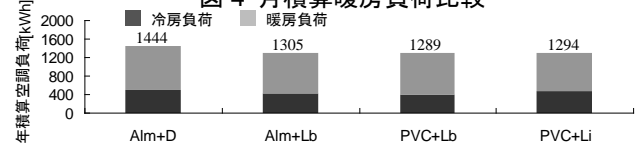


図5 年積算暖房負荷比較

【参考文献】

- 1)京極光, 中野誠司, 赤司泰義, 住吉大輔, 尾崎明仁:「住宅における窓の熱的性能の違いによる室内熱環境への影響と暖冷房負荷削減効果(その1)実験棟における夏季実測調査」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 2011年8月(予定)
- 2)Ozaki A, Watanabe T and Takase S: Simulation Software of the Hydrothermal Environment of Buildings Based on Detailed Thermodynamic Models, eSim 2004 of the Canadian Conference on Building Energy Simulation, pp.45-54, 2004
- 3)赤坂裕, 他11名: 拡張アメダス気象データ, 日本建築学会, 2005年8月

*1 香川県庁(当時、九州大学大学院)
 *2 九州大学大学院人間環境学府 修士課程学生
 *3 九州大学大学院人間環境学研究院 教授・博(工)
 *4 九州大学大学院人間環境学研究院 助教・博(工)
 *5 京都府立大学大学院生命環境科学研究科 教授・工博
 *6 塩ビ工業・環境協会
 *7 健康住宅株式会社

*1 Kagawa Prefectural Government
 *2 Graduate Student, Graduate School of Human-Environment Studies, Kyushu Univ.
 *3 Prof., Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu Univ., Dr.Eng.
 *4 Assistant Prof., Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu Univ., Dr.Eng.
 *5 Prof., Graduate School of Life and Environmental Sciences, Kyoto Prefectural Univ., Dr.Eng.
 *6 Vinyl Environmental Council
 *7 Kenkoh Jutaku Co.,Ltd