

ホテル施設における窓改修による省エネ効果および温熱環境改善効果の検証 Consideration of Energy Saving Performance and Indoor Thermal Environment Improvement Effect by the Window Installation on the Hotel Facility

○正 会 員 近藤 武士 (日建設計総合研究所) 技術フェロー 湯澤 秀樹 (日建設計総合研究所)
正 会 員 大沢 真純 (日建設計総合研究所) 正 会 員 奥秋 萌々 (当時 芝浦工業大学)
学生会員 橋本 侑美 (芝浦工業大学) 学生会員 廣川 由樹 (芝浦工業大学)
技術フェロー 秋元 孝之 (芝浦工業大学)

Takeshi KONDO*¹ Hideki YUZAWA*² Masumi OSAWA*¹

Momo OKUAKI *² Yumi HASHIMOTO*² Yuki HIROKAWA *² Takashi AKIMOTO*²

*¹ NIKKEN SEKKEI Research Institute *² Shibaura Institute of Technology

Improvement of indoor thermal environment and energy saving effect by installation of resin window in the actual hotel rooms are confirmed. In summer, due to solar radiation, room temperature of the aluminum window room rises. PMV rises to 1.7 in the daytime at the aluminum window room, but it is less than 0.5 at a resin window room. In winter, resin windows showed less decrease in glass or sash surface temperature, and it is confirmed that temperature drop at low position due to downdraft to the room was small. The heat treatment amount of FCU increased by 7%, 0.8kWh/day in the summer, but it is reduced by 31%, 6.0 kWh/day in the winter.

はじめに

非住宅建築物の省エネルギー性を向上するためには、熱損失の大きい開口部の断熱強化が重要である。窓の断熱強化によって、省エネルギー性能だけでなく、室内温熱環境の向上も期待できる。特に、ホテルの客室など、在室者が生活を送る室用途においては、室内温熱環境は重要である。本研究では、ホテル客室の窓を樹脂サッシに改修した場合の省エネルギー性能と室内温熱環境の夏期および冬期実測を行った。同タイプのアルミサッシ窓の客室も、同時に実測することによって、樹脂窓への改修による効果を把握した。

1. 実測概要

1.1 対象建築概要

実測対象は、神奈川県足柄下郡箱根町あるリゾートホテルの客室である。ホテルは、フロントなどを有するA棟や、レストランや客室が並ぶB棟などの計5棟から成っている。実測対象の客室のあるC棟の建築概要を表1に示す。実測対象の客室は、図1に示す3階建ての3階の客室で、妻側ではない、中間の隣り合った2室である。1室が樹脂窓(樹脂サッシ+Low-e ガラス)に改修した客室、もう1室が改修前のアルミ窓(アルミサッシ+単板ガラス)の客室である。両室とも、室面積28.8 m²(7.2m×4.0m)の和洋室である。窓サイズはH1.4m×W2.1mで、窓方位は東向きである。

表1 対象建築概要

所在地	神奈川県足柄下郡箱根町
用途	リゾートホテル
敷地面積/延床面積	1,196 m ² /305,8 m ²
構造	RC造 地上3階建
総客室数	44室
計測対象客室	和洋室 (床面積28.8 m ²) 窓サイズH1.4m×W2.1m

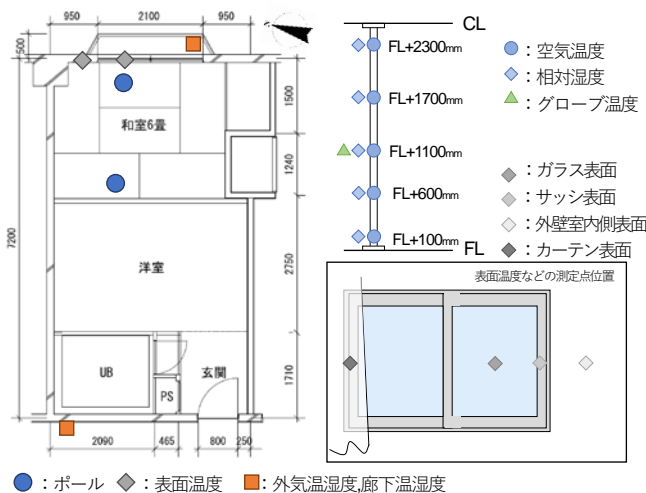


図1 計測対象客室平面図と計測ポイント

1.2 実測条件

実測は、夏期は2017年8月7日(月)～8月10日(木)の3泊4日、冬期は2018年1月9日(火)～1月13日(土)の4泊5日で実施した。客室は、中央熱源からの冷水または温水供給によるファンコイルユニット(FCU)での冷暖房である。FCU 吸込温度が設定温度となるように、室内に設置されたFCU コントローラーによって、吹出し風量が3段階で自動制御される。夏期は設定温度 26℃、冬期は設定温度 23℃で、24 時間冷暖房を行った状態とした。ただし、冬期の1月10日 12:00～1月11日 12:00の期間は、両室とも暖房停止した状態であったため、この期間は分析から除外した。実測中は、各室とも15:00から、翌日の12:00まで、1名の在室者がいる状況で実験を行った。

1.3 計測内容

計測は、図1に示す室中央と窓際付近で、上下温湿度分布の測定、中央高さ(FL+1,100mm)でグローブ温度の測定を実施した。また、窓ガラス、サッシ、外壁の表面温度の測定も実施した。省エネ効果の測定として、FCU の処理熱量を算出した。FCU の処理熱量は、FCU の吸込み温湿度、吹出し温湿度、吹出風速を測定し、吸込みと吹出し温湿度から算出したエンタルピー差と、吹出し風速から算出した吹出し風量より算出した。FCU 周りの計測は1分間隔で行い、その他の計測は5分間隔で実施した。

2. 夏期実測結果

2.1 外気温度・室気温変動

図2に夏期実測期間中の外気温度と中央高さにおける室中央と窓付近の室気温変動を示す。実測期間中は、8月9日を除き雨天で、外気温が22℃程度と低い状態であった。8月9日は晴天日で、最高気温が35℃まで上昇したため、この日を代表日とした。中央高さの室中央と窓付近の室気温は、両室とも25～25.5℃程度で一定に制御されている。ただし、代表日の8月9日は、室気温が上昇している。特に6時から15時位までは、日射なども影響し、アルミ窓室は、室中央で27℃程度、窓付近は28.5℃程度まで上昇している。樹脂窓室も、上昇しているものの26.5℃程度までの上昇となっており、アルミ窓室より気温上昇が抑制されている。

代表日における中央高さ(FL+1100mm)および床付近(FL+100mm)の室中央(図3(a))と窓付近(図3(b))の室気温変動を示す。室中央では上下温度差は、ほとんど見られないが、窓付近では、アルミ窓室で、床付近の温度が低く、1℃程度の上下温度差が見られた。

2.2 PMV 変動

夏期代表日における各室の窓付近と室中央の中央高さでのPMVの算出結果を図4に示す。計算は、着衣量0.6clo、代謝量1.0metで一定とし、風速の常時計測はしていない

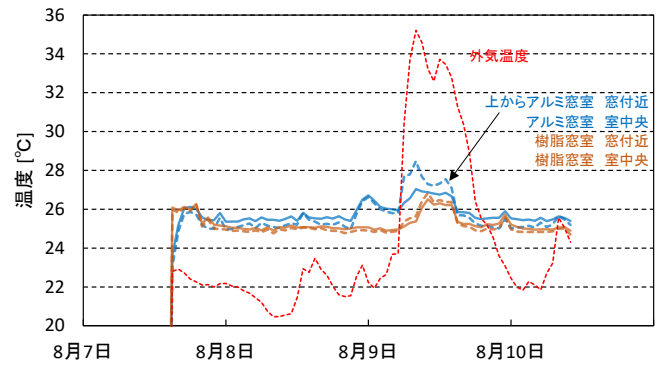
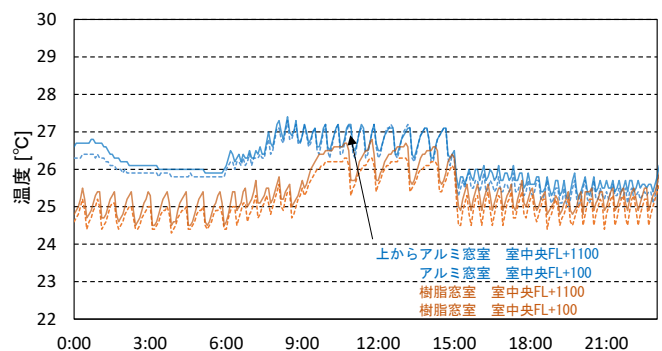
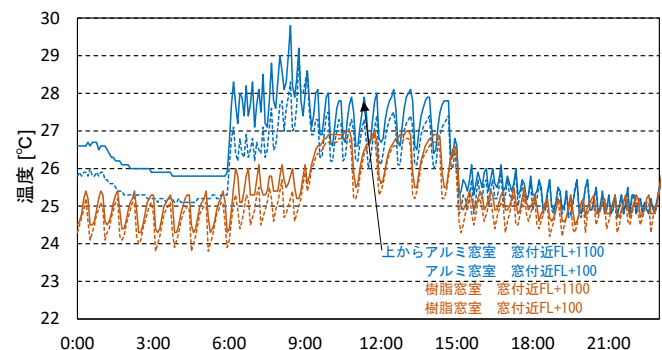


図2 夏期 室気温(FL+1100)、外気温度変動



(a) 室中央



(b) 窓付近

図3 夏期 上下温度変動 (代表日)

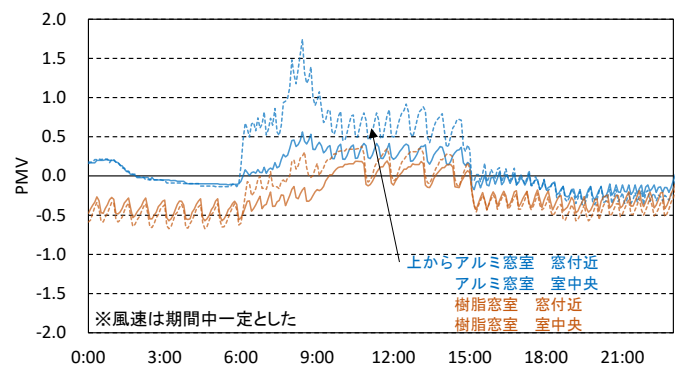


図4 夏期 PMV 変動 (代表日)

め、昼間2時間毎に1分間平均の風速測定を行った結果の平均値を使用し、期間中一定とした。両室ともPMVが-0.5から+0.5の範囲で変動しており、快適範囲を維持していることが分かる。ただし、アルミ窓室の窓付近のPMVが、昼間に+0.5を超え、最大で1.7まで上昇しており、快適範囲を超えた状況となっている。

2.3 FCU処理熱量

夏期実測期間中のFCU処理熱量積算値を図5に示す。外気温度が低い8月7日、8日は、アルミ窓室より樹脂窓室のFCU処理熱量が大きくなっている。これは、断熱性能の高い樹脂窓によって、室内からの放熱が抑制されているためと思われる。一方、外気温度が高い8月9日は、両室のFCU処理熱量は概ね同等である。夏期実測期間中の合計では、樹脂窓室のFCU処理熱量が、アルミ窓室より29%大きい結果となった。FCU処理熱量の日積算値(正午12時から翌日の12時を1日とした)を図11に示す。夏期代表日は、アルミ窓室に比べ、樹脂窓室のFCU処理熱量が0.8kWh/日、7%の増加となった。

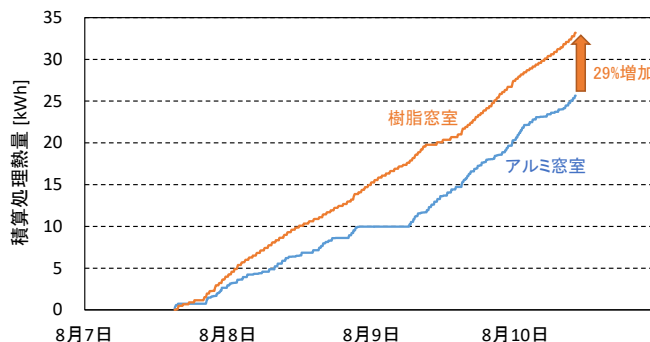


図5 夏期 FCU処理熱量積算値

3. 冬期実測結果

3.1 外気温度・室温変動

図6に冬期実測期間中の外気温度と中央高さにおける室中央と窓付近の室温変動を示す。実測期間中は毎日晴天日で、外気温度は日最低外気温度が毎日0°Cを下回り、最高気温は4°C程度であった。日最低気温が最も低い日は、1月12日で-7.3°Cで、この日を代表日とした。代表日の最高気温は4.3°C程度であった。冬期実測期間中の室温は、21~22.5°Cの範囲で一定に制御されている。ただし、アルミ窓室の窓付近は、室中央より1°C程度高くなっている。アルミ窓室は、暖房負荷が大きくFCUの吹出し風速が高くなり、吹出し温風の影響で、窓付近の気温が高くなっていると思われる。

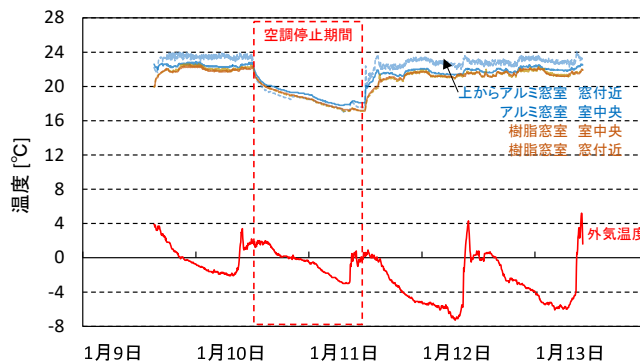
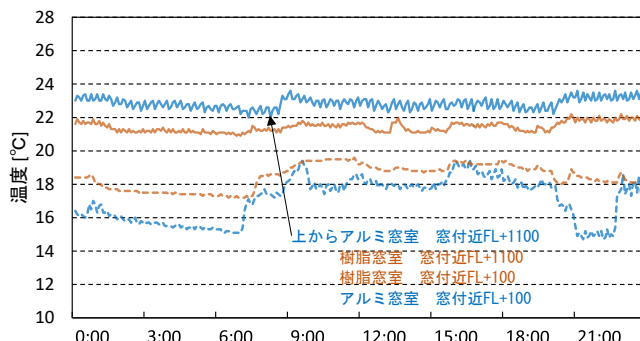
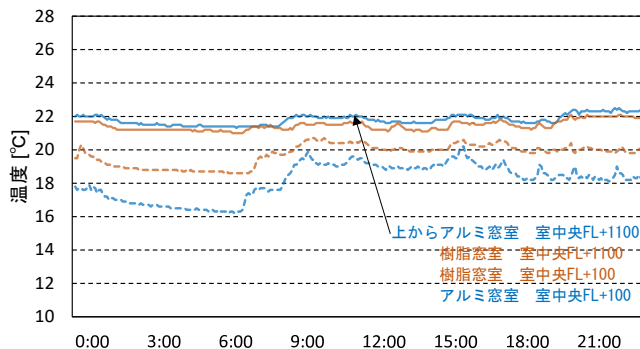


図6 冬期 室温(FL+1100)、外気温度変動

代表日における各室の中央高さ(FL+1100mm)および床付近(FL+100mm)の上下温度変動を図7に示す。図7(a)に示す窓付近では、樹脂窓室は中央高さに対し、床付近の気温が、昼間は約2°C、夜間は約4°C低い。一方、アルミ窓室は、昼間は約4~5°C、夜間は約7~8°Cとより低くなっている。これは、窓面からのコールドドラフトの影響によるものと思われる。図7(b)に示す室中央では、上下温度差は窓付近より抑制されているが、樹脂窓室は中央高さに対し、床付近の気温が約2°C、アルミ窓室は、昼間は約3°C、夜間は約5°C低く、アルミ窓室の方が床面付近の温度低下が大きくなっている。



(a) 窓付近



(b) 室中央

図7 冬期 上下温度変動(代表日)

3.2 表面温度変動

代表日における各室のガラス・サッシ・カーテン表面温度変動を図8に示す。アルミ窓室のガラスやサッシの表面温度が、樹脂窓に比べて低い。サッシ表面温度は5°C程度、ガラ

ス表面温度は 8℃程度低く、コールドドラフトの原因となっていると思われる。一方、室内側のカーテン表面温度は、両室とも概ね同等である。

3.3 PMV 変動

各室の窓付近と室中央における中央高さでの PMV の算出結果を図9に示す。計算は、着衣量1.2clo、代謝量1.0metで一定とし、風速の常時計測はしていないため、昼間2時間毎に1分間平均の風速測定を行った結果の平均値を使用し、期間中一定とした。両室とも PMV が-0.5 から 0.0 の範囲で変動しており、快適範囲を維持していることが分かる。アルミ窓室の窓付近の PMV が、0.2~0.3 程度、他の地点より高い値となっている。これは、アルミ窓室の窓付近の気温が高くなっているためと思われる。

3.4 FCU 処理熱量

冬期実測期間における FCU 処理熱量積算値を図 10 に示す。アルミ窓室に比べて、樹脂窓室の処理熱量が少なくなっており、期間合計では 31%削減の結果となった。

FCU 処理熱量の日積算値(正午12時から翌日の12時を1日とした)を図 11 に示す。アルミ窓室に比べて、樹脂窓室の処理熱量は、27%から 38%削減された結果となった。3日間の平均では 6.0kWh/日、31%の削減効果であった。夏期代表日は、樹脂窓室の処理熱量が増加したが、夏期の増加に比べて、冬期の削減効果が大きく上回ることが分かった。

4. まとめ

ホテルの客室への樹脂窓の設置による室内温熱環境向上、省エネ効果を把握するための実測を行った。夏期は晴天日に日射などにより室温が上昇したが、特にアルミ窓室の窓付近での上昇が大きかった。PMV はアルミ窓室の窓付近で昼間に最大で 1.7 まで上昇しており、快適範囲を超えた状況となったが、樹脂窓室では±0.5 以内での変動であり、樹脂窓による温熱環境向上効果が確認できた。一方で、FCU の処理熱量は 0.8kWh/日、7%の増加となった。

冬期は、室中央での気温を同等に制御した場合でも、アルミ窓に比べ、樹脂窓は、ガラスやサッシ表面温度の低下が少なく、室内へのダウンドラフトによる床面付近の気温低下が少ないことが確認できた。FCU の処理熱量は 6.0kWh/日、31%削減され、省エネ効果も確認できた。今後は、中間期も含めた年間を通しての効果の検討が必要である。

【謝辞】

本研究は、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。実測に際し、(株)安達・グリーンワールド、ホテルグリーンプラザ箱根、ユビキタス(株)にご協力いただいた。ここに記して謝意を表します。

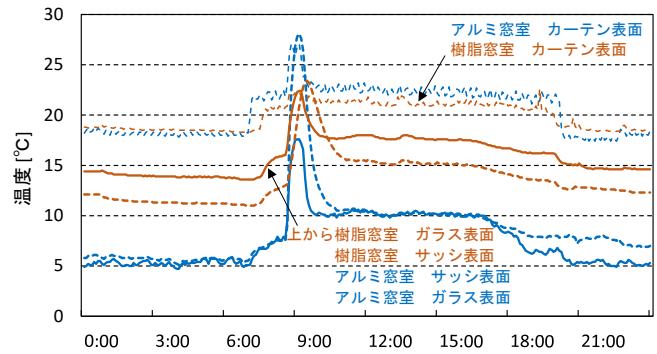


図8 冬期 表面温度変動 (代表日)

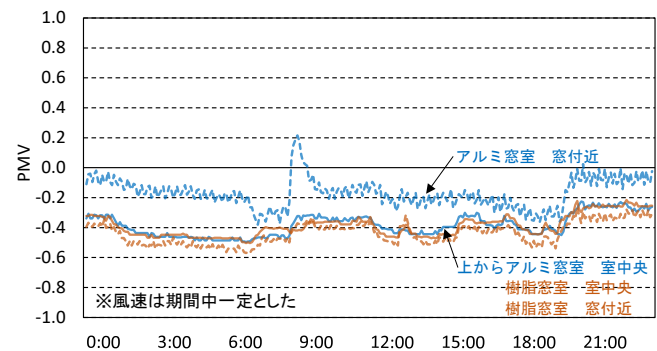


図9 PMV 変動 (代表日)

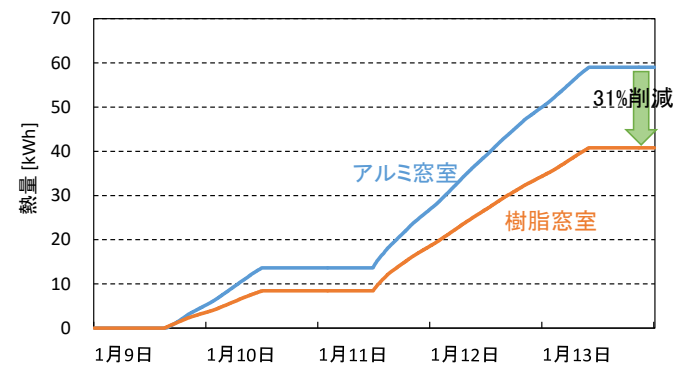


図10 冬期 FCU 処理熱量積算値

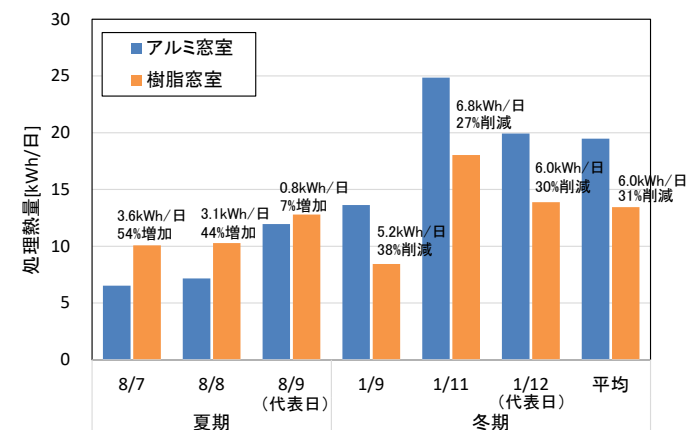


図11 日積算 FCU 処理熱量