
サーモバリアを屋根に敷いた場合の効果に関する報告書

静岡大学

中山 顕

平成 25 年 9 月

1. 実験概要

図1に、温度計測を行った2階建ての建物の概略図を示す。屋上の一部に遮熱シート「サーモバリア」が貼られている。温度測定はサーモバリアが貼られた屋根の領域とその直下の室内で行う。さらに比較として、サーモバリアが貼られていない屋上の領域とその直下の室内の温度も同様に測定する。屋根はコンクリート製である。また、サーモバリアを貼った屋根の下の部屋をA室とし、貼っていない下の部屋をB室とする。

図2に、AおよびB室内断面と温度測定位置を示す。AとB室は同様の構造をしている。温度測定は屋上、屋根裏、雰囲気温度の3か所と、B室の壁から少し離れた位置に外気温測定点を設ける。各測定点にはT型熱電対を3本ずつ設置する。外気温測定では、直射日光が当たらず風通しが確保せきよう、紙製の筒を用意しその内部に熱電対を設置する。

測定期間は2013年8月22日~8月30日とし、データロガーを用い1分間隔でデータを記録する。また、使用する結果は23日0時から29日24時までの7日間、168時間とする。

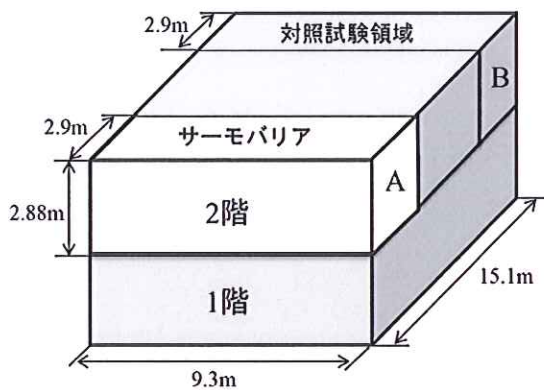


図1 建物の概略図

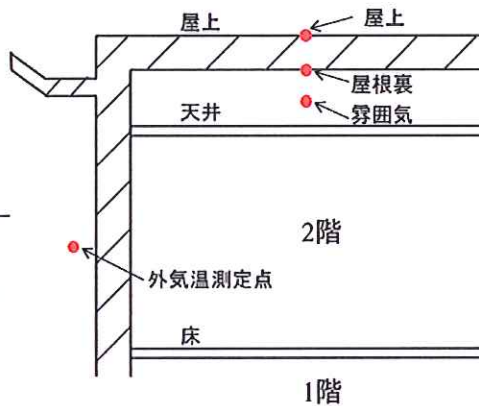


図2 室内断面と温度測定位置

2. 実験結果と考察

図3に、屋上表面温度の比較を示す。実線は「サーモバリア有り」、点線は「サーモバリア無し」の場合の屋上表面温度である。データ点は1分間隔で測定したデータを1時間ごと平均している。図より、24~96時間後(24~26日)は他の日に比べピークの温度が低いことが分かるが、これは、24~26日の天気は曇りや雨であったためである。0~24、96~168時間後(23、27~29日)は晴れであり、日射により屋上温度は上昇している。

「サーモバリア有り」と「サーモバリア無し」を比較すると、「サーモバリア無し」の場合は最高温度が約50℃なのに対し、「サーモバリア有り」の場合は約40℃である。また、108時間後付近でその差が一番大きく、約16℃低いことがわかる。

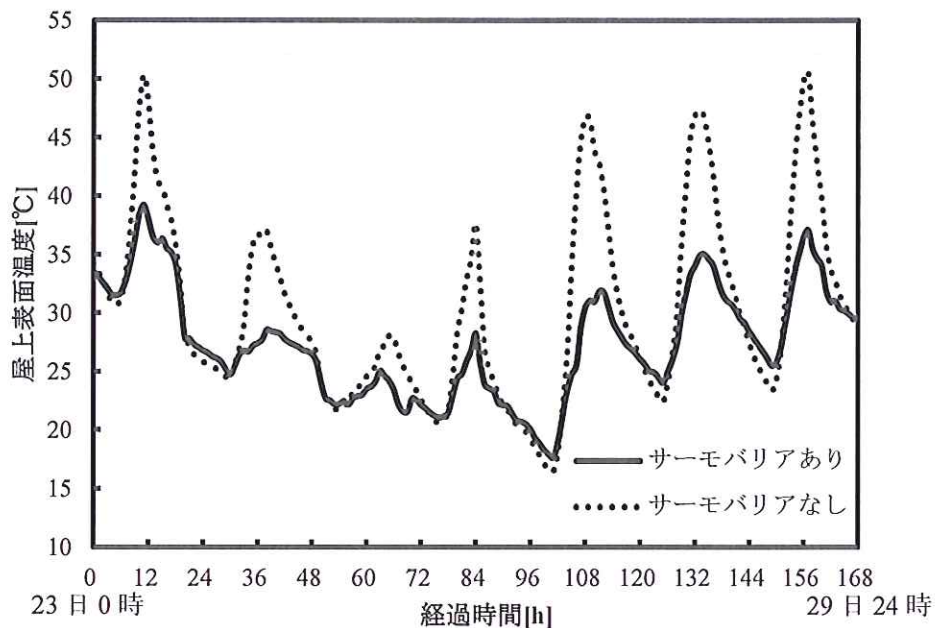


図3 屋上表面温度の比較

図4に、屋根裏温度の比較を示す。図より、屋根裏温度は屋上の温度に影響されており、同じ周期で山と谷が繰り返されている。図3と比較すると、屋根裏温度と屋上表面温度は概ね同じ温度であり、屋上で吸収された熱が屋根裏まで伝わっていることがわかる。しかし、「サーモバリア有り」の場合は屋上表面温度が低くなるため、屋根裏温度も低くなっている。

図3、4から、サーモバリアにより日射が反射され、屋上に吸収される熱量が減り、結果として屋上表面温度や屋根裏温度が低くなることが分かる。すなわち、サーモバリアは日射に対して高い反射率を有することが確認できる。

図5に、天井部の雰囲気温度の比較を示す。図より、「サーモバリア有り」の場合は、「サーモバリア無し」の場合に比べ雰囲気温度が低くなっていることがわかる。また、曇りや雨であった24~96時間後の温度差は約1~3°C、晴れであった0~24、96~168時間後の温度差は約3~6°Cである。これは、日射を反射することで屋根に吸収される熱量を減らし温度を低く保つという「サーモバリア」の効果を示している。

3. 結論

以上のように、「サーモバリア」を屋上に貼ることで屋上表面温度、屋根裏温度、天井雰囲気温度は明らかに低下しており、屋根から居住空間への熱の流入を低減することが可能であることが判明した。

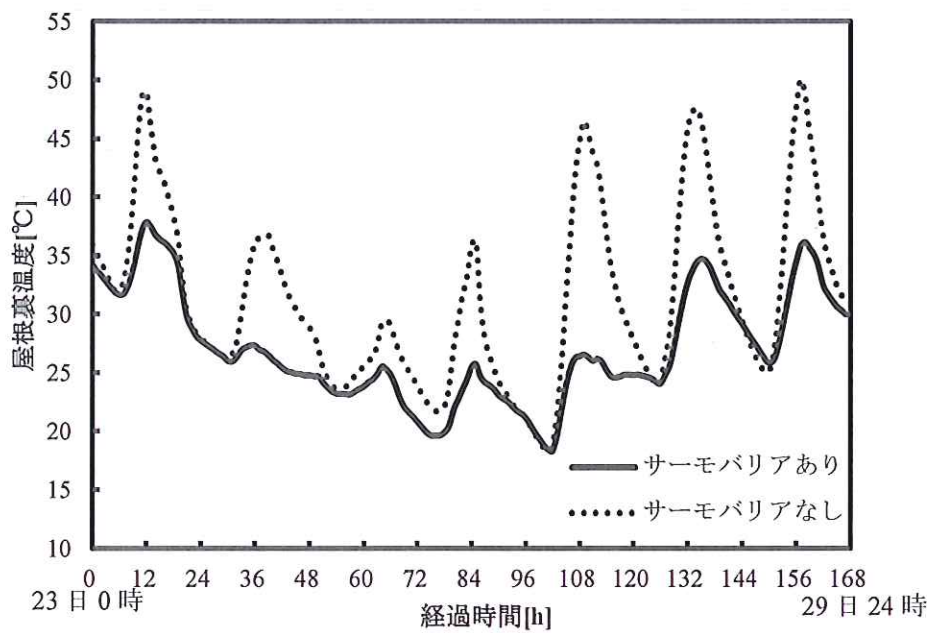


図4 屋根裏温度の比較

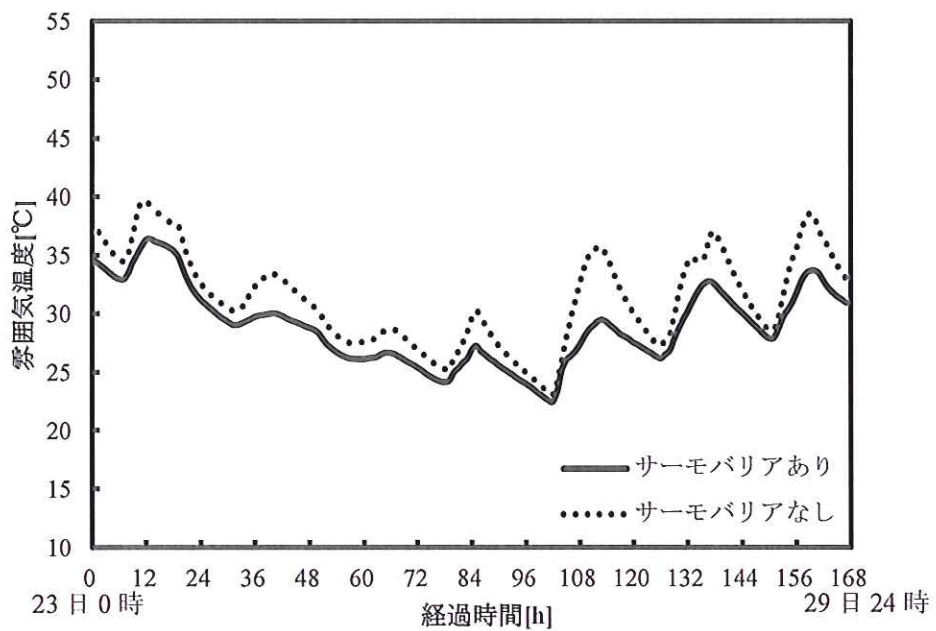


図5 天井雰囲気温度の比較

付録：消費電力の削減の可能性について（屋根裏温度を用いた場合）

サーモバリア処理を施し天井雰囲気温度を 3℃低下させた場合について、冷房に要する消費電力の低減効果を概算する。冷房の消費電力は、冷房への熱負荷により決定される。熱負荷の低減率は以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \text{熱負荷低減率} &= \frac{[Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}}) + Q_{\text{屋根以外}}] - [Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}} - 10^\circ\text{C}) + Q_{\text{屋根以外}}]}{Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}}) + Q_{\text{屋根以外}}} \\ &= \frac{Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}}) - Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}} - 10^\circ\text{C})}{Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}}) + Q_{\text{屋根以外}}} \end{aligned} \quad (2)$$

仮定として、屋根裏温度は 40℃、冷房の設定温度を 28℃、屋根以外から入る熱負荷は屋根から入る熱負荷の約半分と見積もる。また、天井の屋根裏からの輻射伝熱が屋根を介しての熱負荷の中でも支配的であるとする。今、図 4 より、サーモバリアが有る無しで温度に約 10℃違いがあると考えられる。そこで、輻射熱流束は絶対温度(絶対温度 T=摄氏温度 +273)の 4 乗に比例することに留意すると式(2)は、

$$\begin{aligned} \text{熱負荷低減率} &= \frac{Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}}) - Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}} - 10^\circ\text{C})}{1.5Q_{\text{屋根}}(T_{\text{屋根裏}})} = \frac{(T_{\text{屋根裏}})^4 - (T_{\text{屋根裏}} - 10^\circ\text{C})^4}{1.5((T_{\text{屋根裏}})^4 - (T_{\text{室温}})^4)} \\ &= \frac{(273 + 40)^4 - (273 + 30)^4}{1.5((273 + 40)^4 - (273 + 28)^4)} = 0.56 \end{aligned} \quad (3)$$

となる。したがって、56%の消費電力削減が可能となる。この計算では簡単な仮定を置いたが、実際にサーモバリアにより屋根裏温度は低下しており、冷房への熱負荷は低減することが期待できる。また、仮に屋根から入る熱負荷と屋根以外からの熱負荷が等しいと仮定しても、熱負荷低減率は約 42%となり、40%以上の消費電力削減が期待できる。壁の面積に比べ屋根の面積が大きな建物において、サーモバリアを屋根に貼ることの効果は顕著となる。すなわち、学校、体育館、工場等、平面的な建物に、より効果的であると考えられる。