

D1-2

宇宙産業から生まれた遮熱フィルムによる改修現場の環境実態

— 東京聖テモテ教会における屋根の遮熱効果と熱の流れおよび反射光による影響 —

Environment actual condition of the improvement field by a thermal insulation film which produced from the space industry.

The effect of Roof by thermal insulation effect, heat flow and reflected light in Timothy's Church, Tokyo.

○一柳龍伸¹, 吉野泰子², 森下雄亮³, 吉田あこ⁴

*Tatsunobu Ichiyanagi¹, Yasuko Yoshino², Yuusuke Morishita³, Ako Yoshida⁴

In present measurement, that it clarifies these characteristics in the response by the heat flow meter and that it does the heat flow of the roof structure as the measurement which raised the accuracy more were possible.

It was possible to do in the recording by bottom, image camera and thermocouple, temperature and humidity logger and heat flow meter of the cooperation of Mr.Hayashi Yashiro of Showa construction Co.,Ltd..

1. まえがき

今回計測対象とした東京聖テモテ教会において屋根の改修に利用した遮熱工法では、超高温、超低温と過酷な温度環境の宇宙産業から生まれたアルミ純度 99% を使用した遮熱材で、様々な環境条件に合わせた施工マニュアルにより、既築の建物でも施工できるトップヒートバリアが利用されている⁽¹⁾。

長期耐久性や熱効率を最大限に引き出す為には、適切な素材の選択や工法、正しい理論と知識を持った施工が必要で、遮熱材をただ貼れば良いというわけではなく、輻射熱を如何に制御して利用するかを理論的に形作られた施工方法とされている。

今回の計測では、これらの特性を熱流計の応答により屋根構造の熱の流れとして計測より明らかにすることを目的に、昭和建設(株)矢代捷氏の協力の下、画像カメラや熱電対、温湿度ロガーによる補足を行った。

2. 遮熱について

遮熱の基本は輻射熱を侵入してきた方向に反射させることになるので、遮熱性能を高めるために反射率の高い素材としてアルミニウム等の金属が利用されることが多い。外壁材と内壁材或いは屋根材と天井材等の二つの壁面間の空間では輻射熱だけではなく、伝導熱および対流熱が存在するので、空気層での調整が必要となる。使い方を誤ったり、適正な処理を施していないものを使用すると、①電食 ②アルカリ腐食 ③スキマ腐食などの性能低下は勿論耐久性にも影響する。

断熱材や遮熱材は、壁の中や天井裏等外壁材と内壁材の間に施工されるので、素材自体の測定値でなく、実際に使用する状況に近い環境での計測が重要と考えられるが、伝導熱等の要因は考慮されていないので、“熱の伝わり方を遅くすること”には変わらない。



Fig.1Roof structure and fixation scene⁽²⁾

3. 屋根における温熱環境の測定結果

検討事項としては、以下の通りです。

- ・ アルミ製屋根材による輻射熱回避として熱の吸収はどの程度あるか、輻射熱の伝達による表面温度と反射表面温度および紫外線・照度の変化
- ・ 屋根の銅板素材と下地材の間に熱電対作用により発生する電位変化

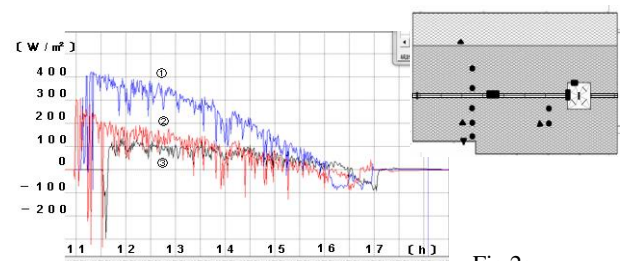


Fig.2a

Heat flow change in Roof upper stage and measurement position.

(●:熱流計+熱電対, ■:熱電対, ▲:照度・紫外線計)

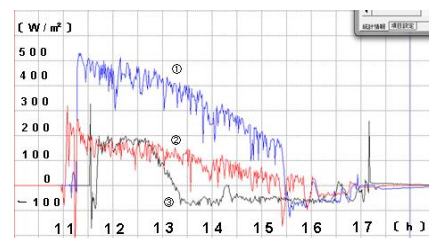


Fig.2b Heat flow change in Roof sublevel.

(①青:南側西
②赤:南側東
③黒:北側)

図 2a に示した上段の南側西では屋根への太陽光照射が 16 時過ぎに急激に減少して熱の吸収が放出に転じている。これに対して、北側では屋根への熱供給がもともと少なく 16 時半過ぎから徐々に熱が放出に転じる変化として示されている。一方、図 2b に示した中段の南側東では、16 時過ぎ前後まで緩やかな変化となっているのに対して、南側西では 15 時半過ぎに熱の吸収が放出に急激に転じた。北側では上段と同様に屋根への熱供給が少なく足場板が設置されている等の影響により、13 時過ぎから熱の放出が計測された。

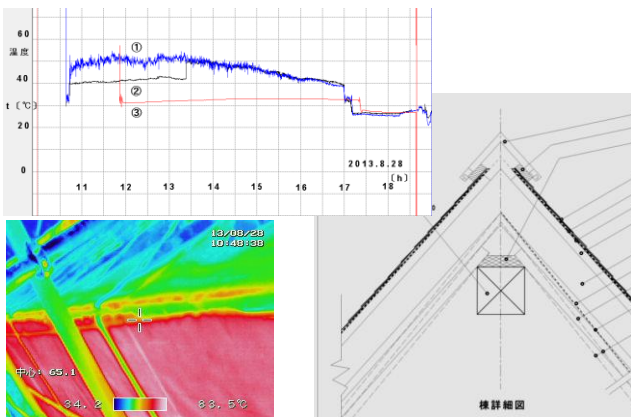


Fig.3 Temperature change near the outlet.

次に、吹き出し口先端①と内部温度②の変化は Fig3 に示すように、図 2a に示した屋根頂上部の■において北側中段の「13 時 15 分を境に熱流の吸収と放出が逆転」での熱流計で計測された変化と同期して、吹き出し口における空気温度が変わっている。16 時過ぎからの「北側上段の熱流の変化の逆転」では、屋根裏での空気の流れがさらに変わり吹き出し口から吸い込むような空気の流れが逆転したと思われる。その結果、取り外し後の温度は設置状態より 15 度程度低く計測されており、屋根素材からの熱の放射および昼間における蓄熱に伴う温度差が計測されていると思われる。

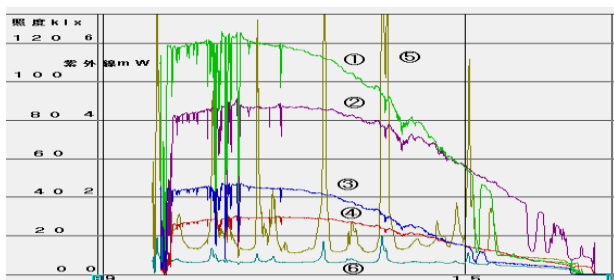


Fig.4 Illuminance and ultraviolet ray.

これらの屋根裏での煙突効果は、空気の流れと熱の流れの変化が太陽光照射の変化に比例することから、これらの変化を如何に利用できるかが検討事項となる。

次に各測定点での照度および紫外線の変化を図 4 に

示す。北側の照度②および紫外線④の測定値は、南側に比べて低い値として計測されたが直射光の照射される時間が長いと 15 時を境に南側と逆転している。

これに対して、南側東の照度①および紫外線③の測定値では、北側に比べて直射光の照射される光量が多く得られるが、15 時を境に北側と逆転している。

南側西での反射光による照度⑤および紫外線⑥のうち、照度の測定値は銅板屋根からの集光により直射光の倍程度のスポット光として計測された。また、南側銅板による集光作用が発生しており、一律の反射とならないために局部的に照度が高まる計測結果を得た。それにより銅板屋根が設置された南西部の植栽には褐色に焼け焦げた葉が見受けられ、反射光測定面での温度及び湿度の変化は、反射光の多い点では温度の上昇と湿度の低下が得られた。

最後に、写真位置に銅板屋根と防水ゴム面との熱画像では、測定時間と素材により赤外光の反射率が異なるため、熱電対による測定値と画像では必ずしも一致しない。屋根裏の通気口により熱が伝達することから、熱流計での変化と熱電対の計測は一致しなかった。

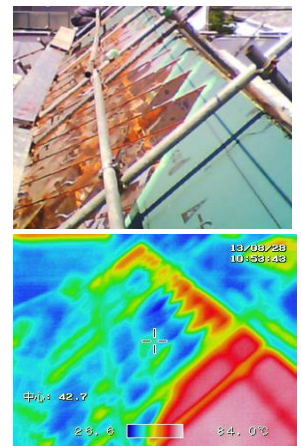


Photo1 Real image and Thermal image of the roof.

4. まとめ

北側では南側に比べて太陽光からの熱供給が少なく熱吸収が得られないので、銅板による熱伝達により屋根素材からの熱放出が多く得られた。

南側西と異なり南側東の屋根では、銅板屋根による熱流の変化がないことから、上段と中段との熱流量の差が発生しない。つまり、この測定データが南側西及び北側の銅板屋根に対する比較基準として、屋根の南面と北面でのそれぞれの上段と中段と下段における屋根表面からの熱の流れ、屋根の上部における排気口とその奥で空気温度が異なるデータを得ることができた。

参考文献

- [1]: <http://www.topheat.jp/> 日本遮熱(株)ホームページ
 [2]: <http://nssk.org/tokyo/church/timothy/index.html> 聖テモテ教会 Facebook

謝辞 今回の測定に際し、器材準備や測定環境整備にご尽力頂いた日大理工学研究所研究員王岩氏、昭和建設㈱代表取締役矢代 捷氏に深謝致します。