

フラクタル日除けの表面温度特性 —形状依存性に関する比較実験—

1093154 鍛治 裕太 1093407 廣田 舞
指導教員 成田 健一

1. 目的 一般に日除けは日差しを防ぐが、日除け自体の温度が上がってしまう。熱せられた日除けからは、放射熱が出て周囲の温熱環境を悪化させる原因となる。日除け自体の温度上昇を抑えるものの一つとしてフラクタル日除けが提案されている。フラクタル日除けは、小片をシェルピンスキー四面体型のユニットで組み合わせたもので、ある特定の方向の光をほぼ 100%遮光し、方向によってはかなり低い遮光率となる。また放熱効果が

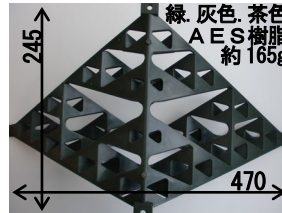


図1 フラクタル日除

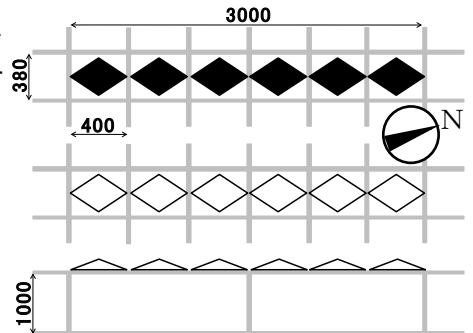


図2 試験体の設置状態(平面図・立面図)

高く、周囲の気温に対して日除け自体の温度が極端に上がらないのが特徴であると言われている。そこでフラクタル日除け自体の温度が気温に比べて大きく上回らない特徴は、フラクタル日除けの形状に由来するものなのかを検討する。

2. 実験方法 市販されているフラクタル日除け(図1)をもとに、0.3mm厚のアルミ板で6種類の形状を白と黒の塗料で色付けしたもの(計12種類)を作成し、試験体の裏面に熱電対を付け、本学キャンパスの建築棟屋上面から1mの高さに設置した(図2、図3)。

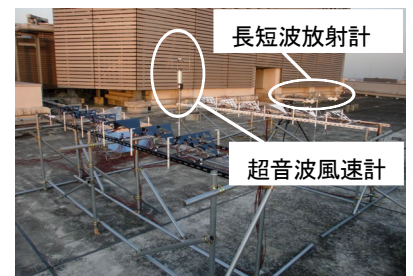


図3 実測風景

そこから1つ分割数を減らしたものを③、さらに1つ減らしたものを②として、分割していないものを①とした。またフラクタル形状ではないが、分割した面積が③と等しくなるよう工夫した独自の形状を⑤⑥とした(図4)。

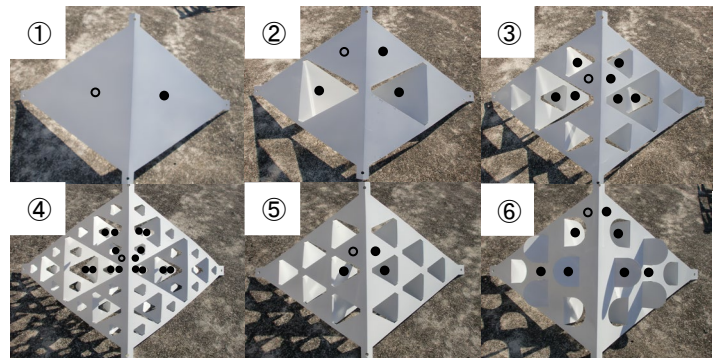


図4 6種類の形状(○・●熱電対貼り付け箇所)

測定期間は11月17日~31日である。その期間から20日(晴天弱風)、21日(晴天強風)、28日(曇天弱風)を抽出し、以下の解析を行った(図5)。また熱電対は点による測定なので、面で測定した場合も熱電対と同じ結果になるのか、赤外線放射カメラによる撮影を行った。しかし塗

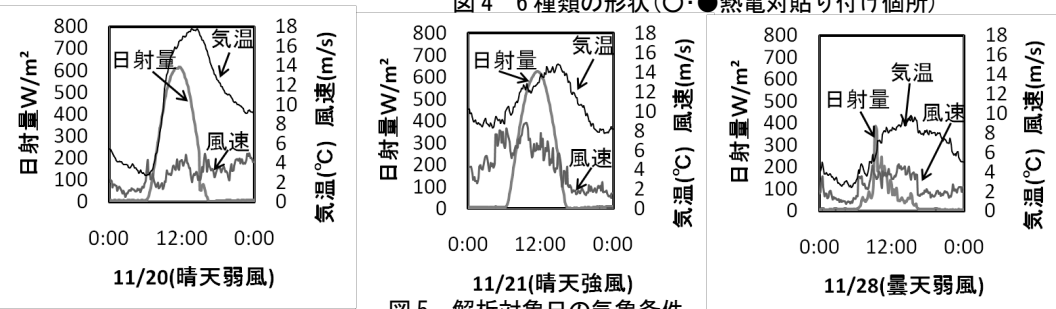


図5 解析対象日の気象条件

料のままだと放射率の関係で表面温度が測れなかったため、フラクタル日除けに1mm厚のろ紙を貼った。面の撮影では風による蒸発のしやすさ(蒸発が盛んな部分は蒸発冷却で低温となる)を見るために水で濡らした状態で熱画像を撮影した。撮影日は12月19日である。

3. 色と形状の違いによる表面温度変化 図6~図9は各形状で重み付け平均表面温度(同等の分割面の面積の比率で重み付けした平均温度)し、表面温度から気温を引いたものである。まず色の違いを見るために同日の白(図6)と黒(図7)を比較すると、白の日中の最高の表面温度は黒に比べて10°C近く下がっていることが分かる。最低の表面温度については、白は気温とあまり変わらなかった。白は各形状の温度変化が小さかったため、以降、形状

依存性については黒による比較を行うこととする。形状の違いについては、図 6 から日中は①の温度が最も高く、次いで②⑥⑤となり、③④は最も低くほぼ同じ温度ということが分かる。夜の温度については形状の違いによる変化は見られなかった。気温との差は①については 10℃以上高くなった。③④については 2~3℃程度しか高くなっておらず、分割数を増やしたことによる効果が見られた。独自の形状の⑤⑥については、分割面積の等しい③より温度は下がらなかったが、①よりは温度が下がり形状を変えたことによる効果が見られた。

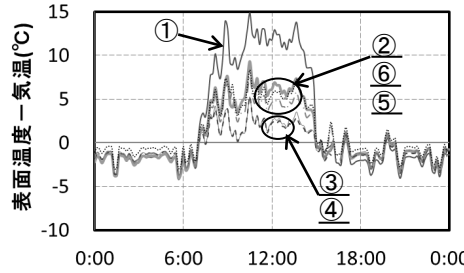


図 6 20日(晴天弱風)黒の表面温度変化

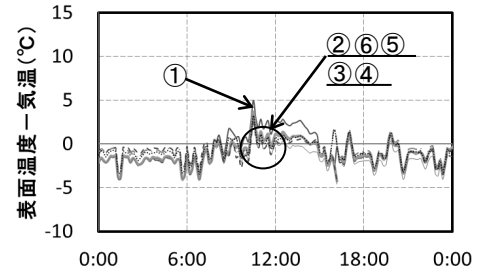


図 7 20日(晴天弱風)白の表面温度変化

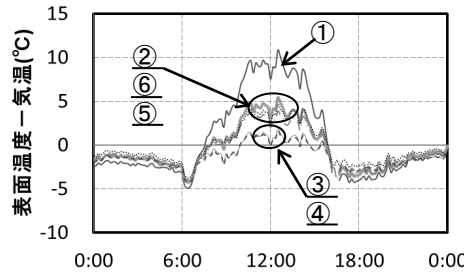


図 8 21日(晴天強風)黒の表面温度変化

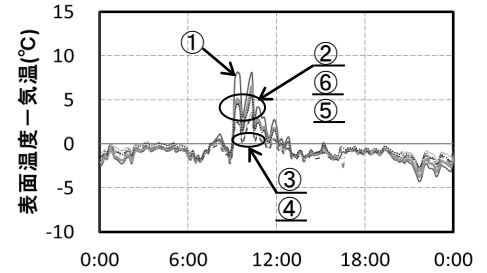


図 9 28日(曇天弱風)黒の表面温度変化

4. 天気の違いによる表面温度変化 弱風(図 6)、強風(図 8)の違いを比較した。風が弱いと全体的に表面温度が高いことが分かる。しかし夜になると風の強弱が逆になったため、表面温度の上がり方も逆になった。次に晴天(図 6)、曇天(図 9)の違いを比較した。風の影響を受けないように風の弱い日を選んだ。曇天は日射が少ないため、予想通り形状ごとの違いがあまり見られず全体的に表面温度が低いことが分かる。

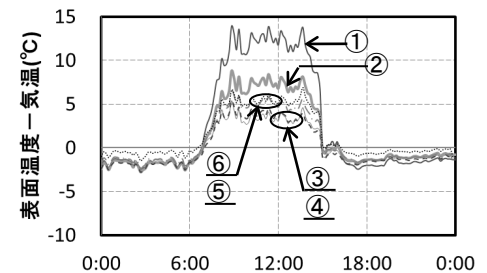


図 10 各形状の同じ面の温度比較

5. 熱画像による表面温度分布の把握 分割なしの①に相当する各形状の折り込まれていない面(図 4 の○印)の表面温度を比較した(図 10)。同じ面の温度でも分割数、形状を変えることによって温度が下がっていることが分かる。熱画像の①②④(図 11)を比較してみると、分割していくことによって全体に温度が下がっていることが分かる。これは図 10 の結果と一致する。①では破線の同一面内で最大約 2℃の違いが見られた。他の面でも 2℃程度の温度差が確認できた。⑥の半円状分割面の縁辺部については特に温度が下がっていた。すべての

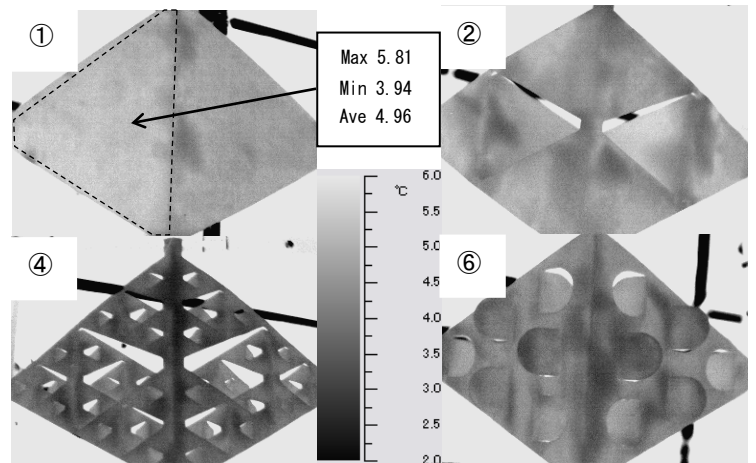


図 11 赤外線放射カメラによる温度分布(熱画像)

形状で、同じ面の中でも熱伝達率が大きく放熱効果が高い折り目付近は温度が下がっていることが分かる。

6. 結論 形状の違いについてだが、分割数を増やした方が表面温度が上がりにくいことが分かった。しかし、増やせば増やすほど良いというものではなく、一定の数を超えると変化が小さくなることが分かった。独自の形状については、分割していないものよりは表面温度が上がらない結果となったが、分割数が同じものと比べるとフラクタル形状の方が表面温度が上がりにくかった。気温と比べてみても、市販のフラクタル形状に近い分割数は気温とあまり変わらないことが分かった。白や曇天強風では表面温度はあまり上がらなかった。これらの結果から、フラクタル形状にすることにより、表面温度が上がりにくいことが確認された。今回は形状に注目して検討したが、色の影響も大きく、形状変化に匹敵する効果が見られた。