

11 地表面被覆材料による表面温度の変化

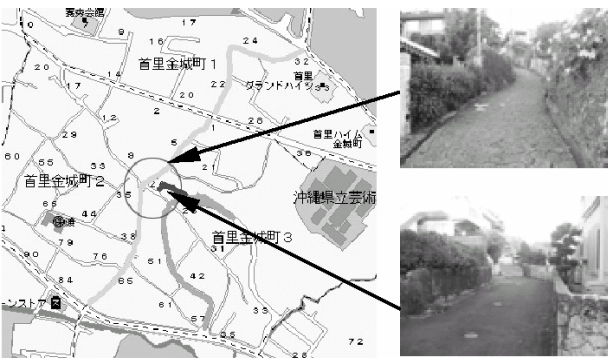
堤純一郎（琉球大学）

1 はじめに

亜熱帯気候に属する沖縄では、生活環境を考える上で熱的快適性は重要な要素のひとつである。その沖縄で、琉球石灰岩を用いた石垣や石畳の文化は発達してきた。本研究は現在一般的に使用されているアスファルト道の温熱環境を伝統的建設物である石畳道と比較し、その熱的環境性能を検討するものである。

2 研究方法

本研究では人間の温熱感覚を形成する温熱要素のうち、環境側の要素である気温、平均放射温度、風速および湿度の気候要素に加え、各路面の長波放射率、日射吸収率を測定することとした。この研究における測定は2006年7月5日（午前10:00）から、翌7月6日（午前9:00）にかけて、那覇市首里金城町の石畳道と近傍のアスファルト道を対象に行った（図1 右上：石畳 右下：アスファルト）。それぞれのポイントで毎時、グローブ温度計、アスマン通風乾湿計、放射計による測定と、サーモカメラにより図2のような赤外線画像の撮影を行った。



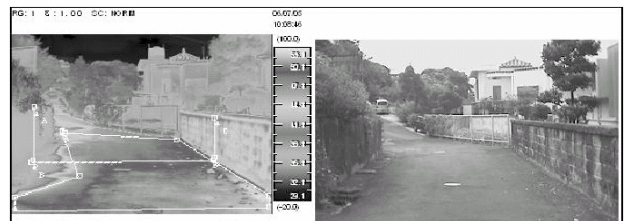
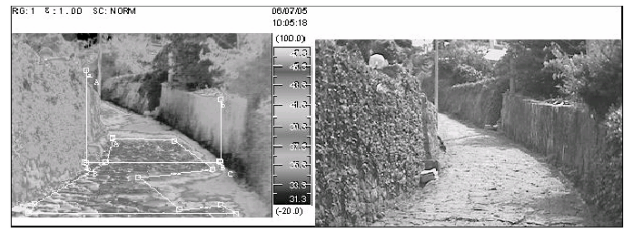
第1図 那覇市首里金城町周辺と測定地点

3 研究結果及び考察

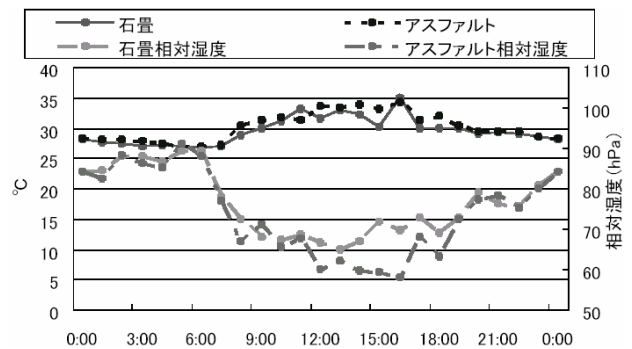
(1) 測定結果

石畳道及びアスファルト道の気温、相対湿度の測定結果を図3に示す。気温のデータにはアスマン通風乾湿計の乾球温度計による測定結果を用いた。気温は日射のない夕方7時から早朝6時頃まではほぼ同じ温度を示すが、日中にアスファルトの測定値が石畳の測定値より若干高くなる傾向にある。相対湿度に関しては、夜間は気温と同じく大きな差は見られないが、日中12時頃から夕方6時頃まで石畳の測定値がアスファルトの相対湿度より高い値を示している。

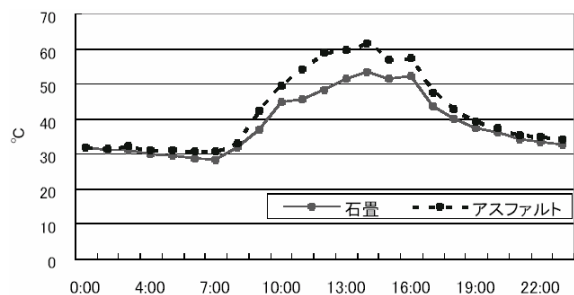
図2（上：石畳 下：アスファルト）に示す赤外線画像から得られた各路面の平均表面温度を図4に示す。夜間は各路面の温度に大きな差は見られないが、日中は概ねアスファルトの温度が高くなっており、最も差の開いた午後12時には、11℃高くなっている。



第2図 測定点近傍の赤外線画像



第3図 外気温および相対湿度の推移



第4図 各道の平均表面温度

(2) 長短波放射

下式により、日射吸収率及び長波放射率を全波長全球放射計による測定値から求めた。

$$E = \varepsilon \sigma T^4 \quad (1)$$

$$\alpha = 1 - R_2 / R_1 \quad (2)$$

ここで、 E は地表面からの上向き放射量、 ε は長波放射率、 σ はステファン・ボルツマン定数（ $5.670 \times 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$ ）、 T は表面温度（K）、 α は日射吸収率、 R_1 は日射計上側日射量、 R_2 は日射計下側日射量を表す。長波

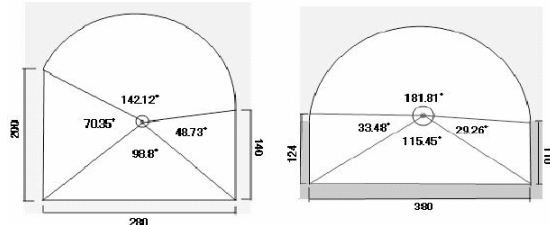
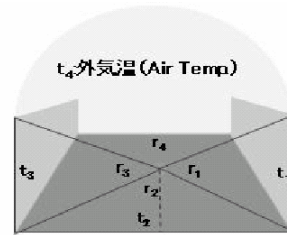
放射量の測定値と表面温度による黒体放射量の関係を図5、図6に示す。その結果として得られた各材料の長波放射率と日射吸収率を表1に示す。長波放射率にそれほど大きな差はないが、日射吸収率が、石畳のほうが小さいことで、石畳はアスファルトより日射で暖まりにくいことを表している。

(3) 平均放射温度

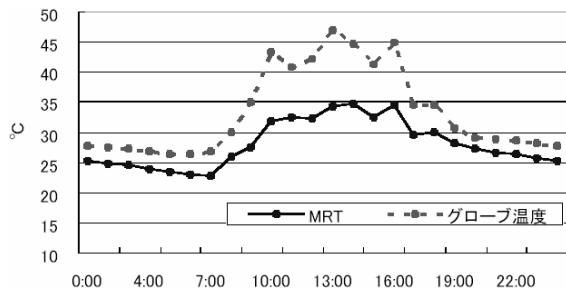
平均放射温度を求める式を以下に設定する。

$$MRT^4 \sigma = \sum_{i=1}^4 \frac{r_i}{360} \varepsilon_i T_i^4 \quad (3)$$

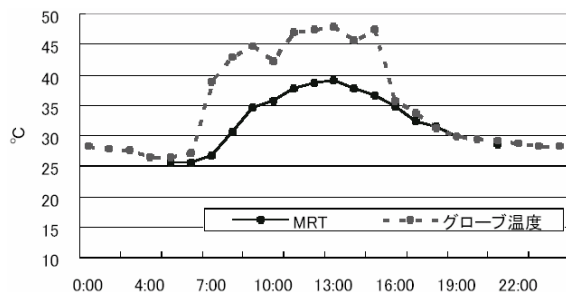
(3)式、MRTは平均放射温度、赤外線画像より T_1 、 T_3 は路脇の塀の表面温度、 T_2 は路面温度、 T_4 は外気温、 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 はそれぞれ図8に示す角度を表す。この式から求められた値を、それぞれの材質のグローブ温度と比較したものを図9、図10に示す。石畳及びアスファルトのMRT値は、どちらも一日を通してグローブ温度が高い結果となった。これはMRTの値に周辺建物等の影響が考慮されていないことが要因として考えられる。MRTが大きい地点は放射熱が多いため、人は実際の気温よりも高く感じることになる。そのため、石畳とアスファルトの気温に大きな差はなかったが、MRTの値が石畳よりアスファルトが高いために、人はアスファルト道に熱を高く感じる事となる。なお今回の測定では、各路面上の風速は平均 1.0m/sとほとんど体感できるものでなかったため省略する。



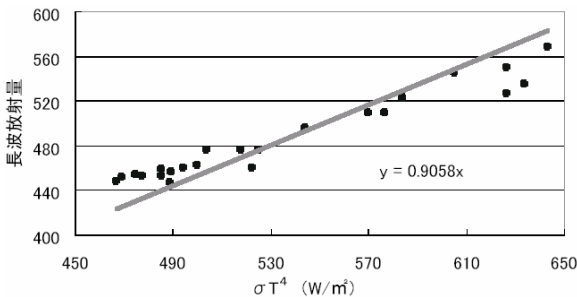
第8図 左：石畳 右：アスファルト



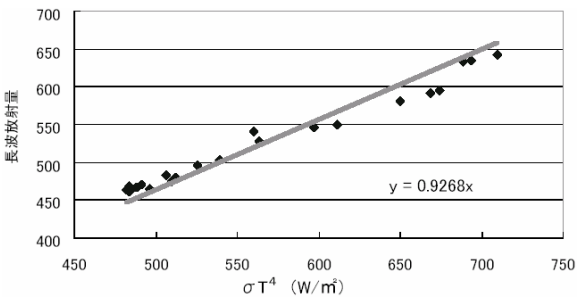
第9図 石畳上の平均放射温度の比較



第10図 アスファルト上の平均放射温度の比較



第5図 石畳放射率



第6図 アスファルト放射率

第1表 長波放射率と日射吸収率

	石畳道	アスファルト道
長波放射率	0.91	0.93
日射吸収率	0.79	0.89

4 まとめ

沖縄の建築構成要素に昔から取り入れられてきた石畳の文化は、アスファルトの普及により変化し現在では多くの道路にアスファルトが用いられるようになった。今回の研究では、石畳道とアスファルト道の温熱環境を調査することで、沖縄の熱環境における快適性の比較を行った。日射吸収率及び平均放射温度について、アスファルトが石畳より高い値を示した。日射吸収率が高いことから、路面の温度が上がりやすく平均放射温度が高くなることにつながっていったと予測できる。平均放射温度は人間の温熱感覚に影響を与えることから、石畳と比較した場合に平均放射温度の高いアスファルト路面が熱を高く感じると思われる。