

機関番号：37401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21760455

研究課題名(和文) 指向性反射を考慮した日射反射率測定法に関する研究

研究課題名(英文) A study on the method of solar reflection measurement considering directional reflection

研究代表者

村田 泰孝 (MURATA YASUTAKA)

崇城大学・工学部・助教

研究者番号：60409464

研究成果の概要(和文)：屋外での日射反射率測定では周囲環境からの反射日射が測定誤差に影響する。対象面のみの日射反射率を評価するために対象面の測定と共に日射反射率が既知の白および黒の板を設置した測定を行う方法がある。この測定法では白、黒と対象面の光沢の違いにより誤差が生じる可能性がある。一般の塗料では光沢の差が大きくなると誤差が大きくなり、高反射率塗料では拡散日射の多い波長域の反射率が高いため、光沢による顕著な影響がないことが確認された。

研究成果の概要(英文)：In the open air, reflected solar radiation by the surroundings is having an effect on the measurement error. To estimate solar reflectivity of the target surface, white and black board, their insolation reflectivity is known, are placed on target surface and measured each reflectivity. In this method, there is a possibility causing error by gloss difference of the black, white and target surface. In the ordinary paint, considerable deviation arises with the result when the gloss differences are large. In the cool paint, it is confirmed that there is no clear influence on the result from the gloss, because of high reflectivity of the wavelength range with a large amount of diffused solar radiation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	100,000	30,000	130,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：建築環境工学、建築設備

科研費の分科・細目：建築学・環境工学・設備

キーワード：日射反射率、表面光沢、高反射率塗料

1. 研究開始当初の背景

ヒートアイランド現象緩和や冷房負荷削減の一つの方法として、屋根に高反射率塗料と呼ばれる近赤外域の反射率の高い塗料を塗布する方法が考えられる。この塗料は、可視域の日射反射率が同色の通常の塗料と同

等であるため、見た目では施工の良否を判断することが難しい。そこで、施工面の日射反射率を評価することが必要となる。この方法として二点校正法を提案したが、二点校正法では校正に用いる白、黒の板(以下、標準板)と対象面の表面光沢が異なる場合、対象面の

日射反射率推定値に誤差を生じる可能性が考えられ、表面光沢の誤差への影響度を評価することが必要となる。

2. 研究の目的

本研究では、二点校正法における標準板と対象面の光沢に違いが、日射反射率の推定精度に与える影響を検討することを目的とする。ただし、日射反射率の測定値は、測定時の天候により変動するため、安定した測定結果を得るための条件についても検討した。また、一般に太陽高度が低くなると鏡面反射の影響で日射反射率が上昇すると言われており、太陽高度との関係についても検討した。

3. 研究の方法

(1) 二点校正法について

測定は屋外での日射反射率測定法として提案している二点校正法を用いた。この方法は、通常の日射反射率測定では周囲環境からの反射日射の影響が含まれてしまうため、この影響を除外し、対象面のみの日射反射性能を評価することを可能とするものである。

二点校正法では日射反射性能が既知の白、黒標準板を対象面に設置した測定と対象面の測定の計3回の測定を行い、測定した日射反射率と標準板の日射反射性能から対象面の日射反射性能を推定する。この概念を図1に示す。

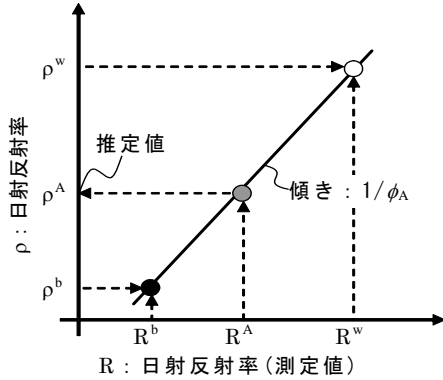


図1 二点校正法の概念

二点校正法では次の手順により対象面の日射反射性能を推定する。

- ① 白・黒標準板の日射反射率(測定値)Rと日射反射性能ρより校正線を引く。(校正線の傾きは形態係数の逆数となる)
- ② 対象面の日射反射率(測定値)と校正線の交点を求める。
- ③ 交点における日射反射性能が推定値となる。推定式は次式。

$$\rho^A = \frac{\rho^w - \rho^b}{R^w - R^b} R^A + \frac{R^w \rho^b - R^b \rho^w}{R^w - R^b}$$

(2) 測定概要

① 標準板、試験体の性能

本研究では二点校正法による日射反射性能の推定値に表面光沢が与える影響を検討するために、表面光沢の異なる標準板、対象面(試験体)を各3種使用し、標準板と対象面の表面光沢の組合せ9種について測定を行った。対象面は実際の屋根面を塗り替えることが困難なため試験体で代用した。また、標準板、試験体の劣化、塗装色の変更を行ったため、標準板は2種×光沢3種の6種、試験体は一般塗料のグレー(光沢3種)、高反射塗料グレー(光沢3種)、高反射塗料黒(2種×光沢3種の6種)を使用した。標準板、試験体の分光反射率を図2に、表面光沢を図3に示す。

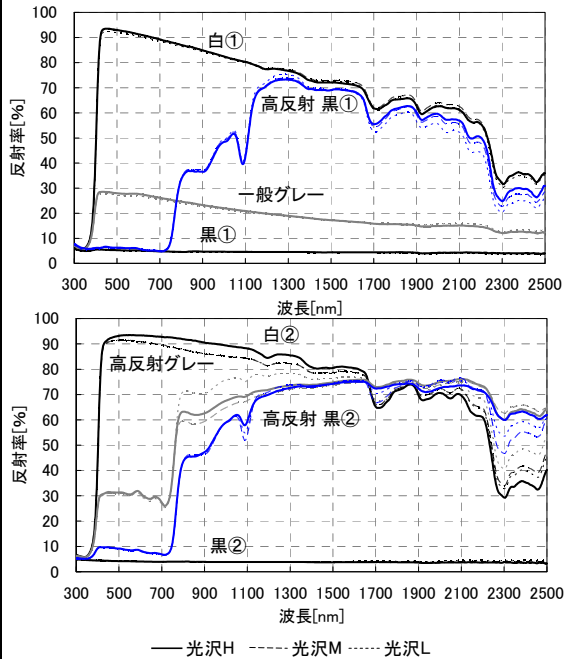


図2 標準板、試験体の分光反射率

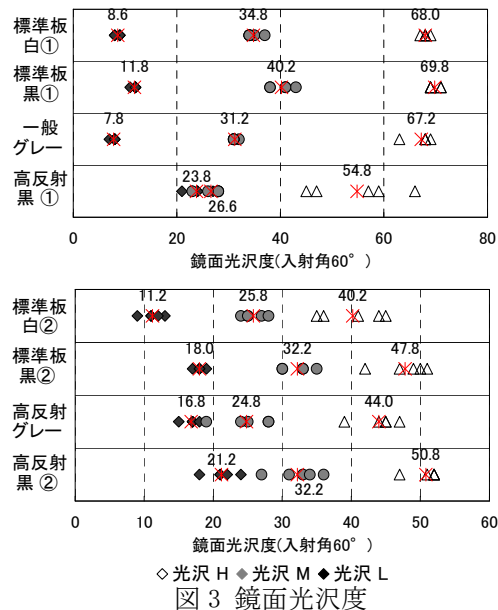


図3 鏡面光沢度

分光反射率は JIS K5602 の方法で測定した結果、光沢による影響は見られない。この方法では積分球を用いた拡散受光により反射率を評価しているためである。光沢度は簡易光沢度計を用いて各 5 点測定したが、高反射黒①の光沢 M、L で差が見られない結果となった。

② 測定器の設置状況

測定器は長短波放射計を用い、対象面から 0.5m 上方に設置した。測定器の設置状況を図 4 に示す。標準板、試験体のサイズは研究期間中に変更があり、標準板①、一般グレー、高反射黒①は 1.2m×1.2m、標準板②、高反射グレー、高反射黒②は 1m×1m である。

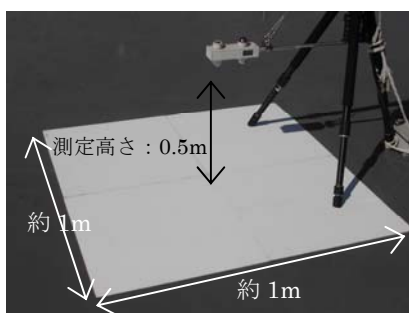


図 4 測定器の設置状況

4. 研究成果

(1) 日射の変動の反射率測定値への影響

日射の変動により日射反射率の測定値が変動する傾向が確認されている。この状況を図 5 に示す。これより、雲の影響で日射量が大きく低下すると反射率も低下し、低下中は低い反射率を維持し、日射量が大きく上昇すると上昇直後は高めの反射率になり、その後晴天時の状況になることがわかる。

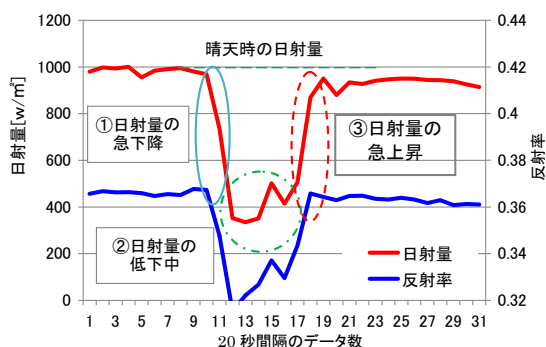


図 5 日射量の変動と反射率の変動

この傾向が多く測定時にみられたため、日射量が晴天時の量から 100W/m²程度減少した時のデータおよび急上昇したデータは除外することが精度を確保するために必要である。よって、測定時間中すべてのデータが日射量の低下中である場合は、その測定自体を無効とすることが必要である。

(2) 太陽高度の影響

一般に太陽高度が低くなると鏡面反射の影響で日射反射率(測定値)が高くなるといわれている。今回の測定では標準板、対象面の測定時間に 40 分程度かかるため、この間の太陽高度の変動が日射反射性能の推定誤差となることが考えられる。そこで、(1)にて抽出した晴天日の測定値と太陽高度の関係を検討した。図 6 に太陽高度と日射反射率(測定値)の平均値との関係を示す。図中の測定①と②は測定年度、場所、使用した標準板、試験体が異なるため区別している。測定②では太陽高度との顕著な関係は見られなかったが、測定①では太陽高度 35° を下回ると測定値が低下する傾向が見られる。測定①と測定②は測定場所が異なり、測定①は屋根面がタイル貼であったため、太陽高度が低下することにより、タイルの溝の影響を受けたものと考えられる。測定②は屋根面の光沢が低いため、指向性の反射の影響が少ない環境であったと考えられる。これらの結果から、太陽高度が低い時間帯には周囲環境の影響を受けやすくなるため、太陽高度の低い時間帯の測定は避けることが望ましいと考えられる。

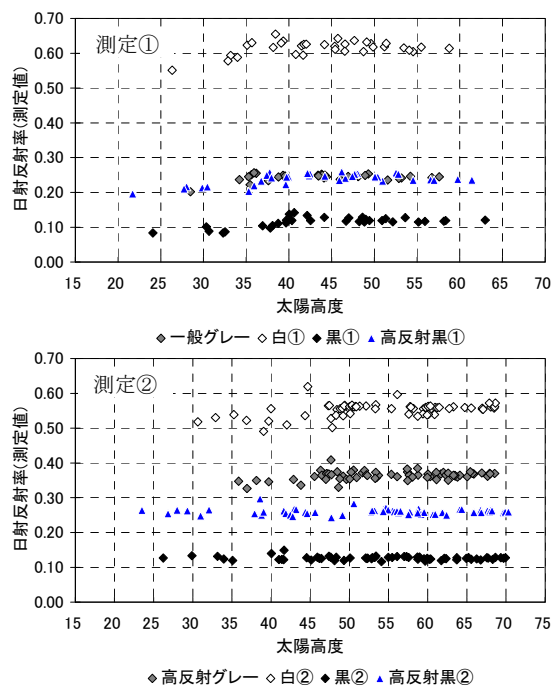


図 6 太陽高度と日射反射率(測定値)の関係

(3) 表面光沢と日射反射性能の推定誤差

(1)、(2)で検討した条件を用いて表面光沢と日射反射性能の推定誤差の関係を検討した。この結果を図 7 に示す。横軸の光沢度の差は試験体の光沢度から標準板(白、黒)の光沢度の平均を引くことで算出した。つまり、光沢度の差がマイナス側となるのは標準板の光沢がたかく、プラス側は試験体の光沢が高いことを意味する。

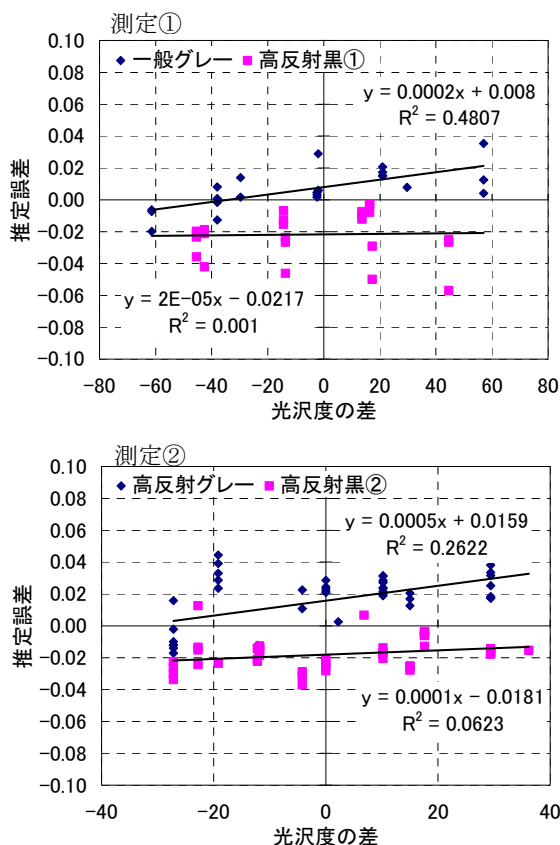


図7 光沢度の差と日射反射性能推定誤差

一般塗料グレーのみ光沢度の差と日射反射性能の推定誤差に相関が見られる。しかし、決定係数は 0.48 であり、日射量、太陽高度以外に何らかの推定誤差が含まれている可能性がある。高反射率塗料では決定係数が低く、顕著な傾向は見られない。また、高反射塗料黒では全体的に推定値が性能値を下回る傾向があり、分光反射率から算出した日射反射性能が実際より高めになる傾向がある。

高反射率塗料における光沢と日射反射性能の推定誤差に顕著な関係が見られない要因として、高反射率塗料は拡散性の日射が多い近赤外域の反射率が高いため、相対的に指向性反射の寄与が少なくなったものと考えられる。

(4) まとめ

以上の成果より次の知見が得られた。

- ①日射反射率測定においては 100W/m²以上の日射量の変動があると、日射反射率が大きく変動する。曇天日と晴天日では日射反射率が異なり、晴天日の方が高い日射反射率(測定値)となる。これには指向性反射の影響度の差異も含まれると思われる。
- ②太陽高度の影響は周囲環境の入射角特性に依存するので、表面の凹凸などが測定値に影響する可能性がある。よって、太陽高度が低い時間帯の測定は避けた方が良い。

③表面光沢の影響は一般塗料については確認できるが、高反射率塗料については反射率の波長選択性により、拡散日射の影響度が大きいことから、顕著な違いは確認できない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村田 泰孝 (MURATA YASUTAKA)

崇城大学・工学部・助教

研究者番号：60409464