

学 位 論 文 の 要 旨	
氏 名	児 島 輝 樹
学位論文題目	建物のエネルギー性能計算に資する開口部の日射熱取得の簡易評価法に関する研究
<p>本論文は、建物のエネルギー性能を計算するために必要な開口部の日射熱取得を簡易に精度よく評価することを可能にすることを目的として、斜め入射を考慮した日射遮蔽物を有する窓に着目し、その日射熱取得率の簡易計算方法とその妥当性を評価するための簡易測定方法についてまとめたものである。</p> <p>第1章では、序論として本研究の背景と目的を述べ、関連する既往の研究を概説して本研究の位置付けを述べた。</p> <p>第2章では、屋外の自然太陽光下における日射熱取得率の測定法について述べた。本測定法では、既往の研究で散見される熱量計による熱量測定方法ではなく、倉山の実験室測定法で採用された熱流計による熱量測定方法を用いた。倉山の実験室測定では、人工光源を用いた垂直方向からの日射入射（以下、垂直入射）に対する測定法であったが、本測定では、斜め方向からの日射入射（以下、斜め入射）に対応できるように熱量測定装置を改良した。開発した装置の概要や測定原理について述べた。また、本装置を用いて屋外の自然太陽光下でガラス単体やガラスに日射遮蔽物（シンプルなロールスクリーンと複雑なベネシャンブラインドが対象）を付属した場合の日射熱取得率を測定し、JIS A 2103による詳細な計算結果との比較を行った。本測定装置の開発によってレースカーテンや網戸などの計算が困難な複雑な形状をした日射遮蔽物を付属する開口部の斜め入射を考慮した日射熱取得率を実験的に明らかにすることが可能になる。</p> <p>第3章では、日射遮蔽物を有する窓の日射熱取得簡易計算法について述べた。窓及びドアの日射熱取得率の計算法JIS A 2103では、ガラス、スクリーンやブラインドなどの日射遮蔽物やサッシフレームを含む窓全体での日射熱取得率を詳細に評価することができる。しかし、この計算法は、光学特性の多重反射計算と、面材間の温度と熱抵抗の反復収束計算をする必要があり、理論的には可能であるが熱負荷計算で実行することは現実的ではない。国内の熱負荷計算プログラムにおける窓の日射熱取得の計算では、3 mm透明ガラスの入射角特性を表す入射角の関数を用いて垂直入射時の日射熱取得を斜め入射時の日射熱取得に変換している。また、省エネ基準においては、ガラスの入射角特性は考慮されているが、ブラインドなどの日射遮蔽物の入射角特性は考慮されていない。そこで、詳細計算法であるJIS A 2103による日射熱取得率の計算結果を用いて主に次のことを検討した。</p> <p>① ガラスについては、近年、断熱を主な目的としてガラスユニットが多層化する傾向にあるため、ガラス層数がガラスの斜め入射に対する日射特性に与える影響について検討した。ガラスの垂直入射時と斜め入射時の日射熱取得率や日射透過率の関係からガラス層数やガラス品種毎の時刻別での窓の日射熱取得簡易計算法を提案した。また、詳細計算と提案した簡易計算による窓の日射熱取得の比較を行い計算の精度を検証した。</p>	

② 日射遮蔽物については、ブラインドなどのプロファイル角特性が日射遮蔽物の斜め入射に対する日射特性に与える影響について検討した。日射遮蔽物がない窓と日射遮蔽物がある窓の日射熱取得率や日射透過率の関係から、時刻別や期間積算での窓の日射熱取得簡易計算法を提案した。また、詳細計算と提案した簡易計算による窓の日射熱取得の比較を行い計算の精度を検証した。

本簡易計算法によってロールスクリーンやブラインドなどの日射遮蔽物の入射角特性が考慮された日射熱取得率を容易に熱負荷計算や省エネ基準に適用することが可能になる。

第4章では、第3章で提案した日射熱取得率や日射透過率の簡易計算法を熱負荷計算に適用したケースと従来ケースでの期間積算熱負荷や月平均時刻別熱負荷を比較し、ガラスや日射遮蔽物の斜め入射による日射遮蔽効果が建物の熱負荷計算に与える影響を検討した。具体的には、主に次のケースについて比較した。

- ① 3mm透明ガラスの入射角特性を表す入射角の関数を用いた場合（従来ケース）
- ② ガラスの斜め入射による日射遮蔽効果を考慮した場合
- ③ ガラスの斜め入射による日射遮蔽効果 + 日射遮蔽物の斜め入射による日射遮蔽効果を考慮した場合

第5章では、結論として本研究で得られた検討結果および知見をまとめた。さらに今後の研究によって解決すべき課題を整理し、展望を述べた。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation :

A study on the simplified methodology for evaluating solar heat gain through fenestration for the calculation of energy performance of buildings

Name : **KOJIMA Teruki**

In this thesis, a simplified calculation of the solar heat gain coefficient and a simplified measurement for the verification of the calculation are summarized with a focus on the angular solar characteristics of windows with shading devices in order to establish the simplified methodology for evaluating solar heat gain through fenestration with high accuracy for the calculation of energy performance of buildings.

In chapter 1, outlines of the background and the purpose of this study were described along with the related previous studies and the position of this study.

In chapter 2, a simplified outdoor measurement method of the solar heat gain coefficient with natural sunlight was described. This method was adopted a heat flow measurement not by calorimeter which was used in related previous studies but by heat flow meter which was used in the laboratory measurement established by Dr. Kurayama. Although his measurement was a method for the normal irradiation of the artificial light, the measurement suggested in this study was improved in a method for the angular solar radiation. Overview of a developing measurement system and the principle were explained. Solar heat gain coefficients both of the only glazing and the glazing with simplified shading device (roller shade) or with complicated shading device (venetian blind) were measured by the developing system under natural sunlight of outdoor. Comparisons of solar heat gain coefficients between the simplified measurement results and the detailed calculation results (JIS A 2103) were shown. In near future, experimental angular solar heat gain coefficients of window with shading device that are constructed in the complicated geometry for the calculation (e.g. curtain or insect screen) can be obtained by the developed measurement system.

In chapter 3, a simplified calculation method of solar heat gain of windows with shading devices was described. In a detailed calculation method of the solar heat gain coefficient of windows and doors (JIS A 2103), solar heat gain coefficients of the entire window including glass, frame and shading device (e.g. screen and blind) can be evaluated in detail. However, it has to be calculated both optical multiple reflection through the fenestration and iterative convergence between temperature and thermal resistance in gaps. Although it can be realized in theory, it is not realistic to adopt in thermal loads simulation. In the calculation of solar heat gain of the fenestration in domestic thermal loads simulation programs for buildings, angular solar heat gain are transformed from normal solar heat gain by the function of solar incident angle that explains angular solar characteristics of clear float glass of 3 mm. In addition, in the building energy efficiency regulation, although angular solar effect of the glass is considered, the effect of the shading device is not considered. Therefore, the following issues were mainly

studied using calculated results of the solar heat gain coefficient according to detailed calculation (JIS A 2103):

- 1) Concerning glass, IGUs tend to be multilayered in order to obtain high thermal transmittance, recently. Effects of multilayered IGUs on the angular solar characteristics of glass were studied. A simplified calculation method of hourly solar heat gain through window that was organized at number of layers and type of glass was suggested by the relation between normal and angular solar heat gain coefficient/solar transmittance. In addition, the accuracy of proposed models was showed using comparison of solar heat gain of windows between detailed and simplified calculation;
- 2) Concerning shading device, Effects of profile angle of the venetian blind on the angular solar characteristics of shading device were studied. A simplified calculation method of hourly or daily/monthly/seasonally accumulated solar heat gain through window with shading device was suggested by the relation of solar heat gain coefficient/solar transmittance between window with shading device and without shading device. In addition, the accuracy of proposed models was showed using comparison of solar heat gain of window with shading device between detailed and simplified calculation.

By means of the suggested calculation method, the solar heat gain coefficient that is considered angular solar characteristics of the shading device can easily be adopted to the thermal loads simulation programs for buildings or the building energy efficiency regulation.

In chapter 4, comparisons of accumulated thermal loads or hourly thermal loads which were averaged over each month in the building between the previous model and suggested models that were adopted the simplified calculation of solar heat gain coefficient/solar transmittance shown in Chapter 3 were described. Effects of angular solar characteristics of glass/shading device on the thermal loads simulation for buildings were analyzed. In particular, following cases were compared:

- 1) In the case the function of solar incident angle that explains angular solar characteristics of clear float glass of 3 mm (previous case);
- 2) In the case the effect of angular solar characteristics of the glass is considered;
- 3) In the case the effect of angular solar characteristics both of the glass and the shading device is considered.

In chapter 5, the results of this study and future works regarding thermal performance of the fenestration were summarized.