

学位論文の要旨

氏名	田代 達一郎
学位論文題目	開口部の熱性能に関するフィールド簡易測定法及び簡易評価法の研究

本論文は8章より構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、序論として本研究の社会的背景と目的を述べ、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る。

第2章では、斜入射時における窓フレームを考慮した開口部の日射熱取得率の詳細計算法について述べる。直達成分は、窓面に対して垂直入射だけでなく斜入射で日射があたった場合のガラスの入射角度特性、フレーム自身の色違いによる受熱分の影響及びフレームからガラス面に落とす影の影響を考慮して計算を行った。その結果、フレームの色違いによる受熱分の影響は小さいため、計算に考慮しなくてもよいことを示した。散乱成分については、地面に対して垂直に設置される窓という特性を考慮して入射角度を半球積分で求めた結果、垂直入射分の約0.81倍より小さい値になることを示した。

第3章では、実製品を使って簡易にフィールドで斜入射に対する日射熱取得率が測定できる装置について述べる。詳細に全ての現象を測定していないため、測定結果を計算結果と比較すると、多少差異はあるものの、計算と類似した傾向が測定結果データに表れることを示した。この結果、直達成分・散乱成分ともに計算法を用いてもよいことを示した。その他、フィールド測定データから窓の熱貫流率、放射熱伝達率等を整理し、理論計算との比較を行った。

第4章では、窓以外の開口部として、カーテンウォールのフレームを考慮した熱性能計算法について述べる。国際的な規格が確立していないため、伝熱開口面積のとりかたについて欧州規格を基に検討した。また、窓フレーム部の汎用的計算法をカーテンウォールに応用し、解析モデル化範囲及び断熱・遮熱性能の算出方法を検討した。構造の異なる6種類のフレームで検討した結果、開口部、腰部それぞれで共通の傾向があることを示した。

第5章では、カーテンウォールのフレームを建物の熱負荷計算に用いることができる簡易計算法について述べる。第4章の詳細計算結果を基に、簡易計算法を提案した。また、腰部の日射熱取得率は、表面をガラスで構成しているため、PAL計算で行われている壁の日射熱取得率計算法では過小評価となる。そのため、ガラスカーテンウォール用の簡易計算法を提案した。詳細計算法と簡易計算法の差は数%以内となることを示した。

第6章では、カーテンウォールで第2章と同様の斜入射に対する計算法について述べる。カーテンウォールでは、フレーム面とガラス面を極力フラットにする傾向があるため、開口部におけるフレームが落とす影の影響は小さく、計算に考慮しなくてもよいことを示した。また、日よけ部材がついた場合は、PAL計算に用いられている日よけ効果計算式と比較して、直達成分については日よけ効果計算式をそのまま用いてもよいことを示した。

第7章では、第2章及び第6章の結果を用いて、地域別の侵入熱量を、従来のシミュレーションで用いられている計算法と比較した。また、フレームと斜入射を考慮した場合、建物の熱負荷計算に及ぼす影響を確認した。

第8章では、結論として本研究で得られた検討結果及び知見をまとめた。さらに今後の研究によって解決すべき課題を整理し、展望を述べる。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第366号	氏名	田代 達一郎
審査委員	主査	二宮 秀興	
	副査	松村 和雄	
		曾我 和弘	

学位論文題目 開口部の熱性能に関するフィールド簡易測定法及び簡易評価法の研究
(Study of field simple measurement and simple evaluation method on the thermal performance of opening)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は開口部の熱性能に関するフィールド簡易測定法及び簡易評価法の研究について述べたもので、全文8章より構成されている。

第1章は（序論）である。

第2章では日射を直達成分と散乱成分に分離して斜入射時におけるフレームとガラスの多重反射を考慮した開口部の日射熱取得率の詳細計算法について述べている。日射の入射角度が大きくなるにつれ、フレーム材からガラス面へ落とす影の影響による日射熱取得率の減衰が無視できないことを明らかにした。

第3章では実製品の日射熱取得率を測定できるフィールド簡易測定装置及び、測定結果と計算結果の比較について述べている。第2章で検討した計算法を用いて計算した日射熱取得率が、快晴日、曇天日共に測定結果と精度よく一致すること、また日射を受照しない夜間における熱貫流率の測定結果も外部風速による対流熱伝達率を補正することで計算結果と精度よく一致することを示している。

第4章ではフレームを考慮したガラスカーテンウォールの熱性能の詳細計算法について述べている。一般的なモデルを例として、フレームを考慮することにより、従来の評価方法より熱貫流率が1.5倍大きくなり、日射熱取得率が0.87倍小さくなることを示し、フレームを無視できないことを明らかにしている。

第5章では第4章の詳細計算の結果を基に、フレームを考慮したガラスカーテンウォールの簡易熱性能計算法について述べている。提案した簡易計算と詳細計算の差はモデルケースで2%以内であり、実用的な精度が得られている。

第6章では斜入射を想定した場合のカーテンウォールの熱性能計算法について述べている。カーテンウォールは、フレーム面とガラス面がフラットな意匠になるよう設計されているため、フレームから落とす影の影響は考慮しなくてよいことを明らかにした。

第7章では開口部の熱性能評価方法の違いが建物の熱負荷に及ぼす影響について述べている。従来の評価方法では、戸建住宅用もビル用も窓フレームや斜入射を正しく考慮していないため、本論文で提案した評価方法と比較するといずれも1.5倍程度過大に日射熱取得を見積もっていることを明らかにしている。本論文で提案する評価方法を建物の熱負荷計算に適用することで精度の向上が期待できる。

第8章は（結論）である。

以上、本論文は開口部の熱性能評価に関して、日射斜入射時のフレームの影響とガラスの多重反射の影響に着目し、フィールドでの簡易測定法並びに簡易計算法を提案している。いずれも実用的な精度が得られることを明らかにしており、これは建物の熱負荷計算法の精度向上に大きく寄与する。

よって、審査委員会は博士（工学）の学位論文として合格と判定する。

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第366号	氏名	田代 達一郎
審査委員	主査	二宮 秀典	
	副査	松村 和雄	
		曾我 和弘	
<p>平成24年2月2日に論文発表会を開催した。出席者16人（内学外者10人）。1時間の説明の後、40分間の活発な質疑応答がなされ、いずれに対しても的確な回答が得られた。主な質疑応答を以下に記す。</p> <p>[質問1] 斜入射時のフレームの影の影響をSで表し入射角の関数として整理しているが、太陽位置は考慮しなくて良いのか。</p> <p>[回答1] フレームは通常、縦枠も横枠も同じ出なので方位角と太陽高度の影響は同じになる。このため入射角のみを考慮すれば評価できる。</p> <p>[質問2] 人工光源(直達光)による測定法をJIS化する動きがあるが、本研究で提案する屋外簡易測定法はこれと整合するか。</p> <p>[回答2] ソーラーシミュレータでは拡散光を評価できないため、ブラインド等の付属物を取り付けた場合のηの評価が正しく行われぬ可能性がある。計算による評価も含め、窓の日射熱取得率をどう定義するか検討が必要である。</p> <p>[質問3] 実製品の日射熱取得率で斜入射を評価するのか。</p> <p>[回答3] 製品の熱性能評価としては垂直入射が良い。斜入射に対する性能はシミュレーションへの適用を意図したものである。</p> <p>[質問4] 直達, 準直達, 天空に対するη値はどうあるべきか</p> <p>[回答4] Perezモデルが実測値と最も近いモデルと言われており準直達は散乱として考慮した方が良い。</p> <p>[質問5] 5章のカーテンウォールの評価においてブラインド付きの扱いはどう計算したのか。また正反射は考慮しなくて良いのか。</p> <p>[回答5] ブラインドスラットの拡散反射は85%程度であり、完全拡散とみなしても問題ない。ブラインド付の値は、過去の文献を参考にして熱抵抗を増した値で設定した。</p> <p>[質問6] 内窓に対する影の影響はどう評価するのか。</p> <p>[回答6] 入射角度が小さいときは、影の長さもほとんどない。入射角度が大きくなった場合は、ガラス面の反射率が高く、ほとんど日射が入ってこない。考慮する場合は、付属物から影をつくるフレーム先端までの見込み寸法 $d \cdot \tanh(\text{高度})$ もしくは $\tan \Phi$ (方位) で簡易に影の長さは計算できる。</p> <p>[質問7] カーテンウォールに対する精算法と簡易計算法の精度の比較はあるのか。</p> <p>[回答7] モデルケースによる比較は行っている。精度としては2%以内であった。</p> <p>[質問8] カーテンウォールの特異な点は何か。</p> <p>[回答8] 開口部と腰部がフレームを挟んで連続していること。窓のように開口部と躯体というはっきりとした境界線がない点の特異である。</p> <p>[質問9] 簡易法で影の影響は考慮しなくて良いのか。</p> <p>[回答9] 標準的な窓単体及び標準的な建物で影響比較を行った結果、どちらも5%以内だった。フレームが落とす影を考慮しなくても十分な精度を有すると考える。</p> <p>[質問10] カーテンウォールのフレームのフィン効果についてはどう考えるか。</p> <p>[回答10] 本論文で検討した室外側への出寸法によるUの差はわずかであった。ηについてはフィンの放熱効果は見られなかった。影をつくる庇やサイドフィンと同じ効果だけと考えてよい。</p> <p>以上の結果を受け、上記審査委員会は全員一致で、学位申請者は大学院博士後期課程の修了者としての学力ならびに見識を十分に有するものと判断し、博士(工学)の学位を与えるに足る資格を持つと認めた。</p>			