

学位論文の要旨

氏名

宮澤 千頭

学位論文題目

窓-躯体間の熱移動に関する研究

本論文は、7章により構成され、これまで日本で評価・考慮されていなかった窓と躯体との間の熱移動について検討を行い、まとめたものである。各章の要約は以下の通りとなる。

第1章は、序論として、窓の特徴や役割、現状について述べ、開口部の熱性能を正確に評価することが極めて重要であることを述べた。そして、窓と躯体との間の熱移動がどのようなものか説明すると共に、本研究の社会的背景と目的を述べ、本研究の位置付けを述べた。

第2章は、窓と躯体との間の熱移動について、計算による評価を実施した結果をまとめた。まず、窓と躯体との間の熱移動を線熱貫流率 Ψ_b （以下、 Ψ_b と称す）で評価することを述べ、 Ψ_b の計算方法を提案した。次に、使用する計算ソフトTB2D/BEMについて、概要を述べると共に、精度検証を行った。その結果、TB2D/BEMはJISA2102-2の適用基準を満たす精度を持つ計算ソフトであることが確認された。続いて、日本で多く用いられる代表的な窓と躯体の組合せについて Ψ_b を求め、結果を考察した。また、 Ψ_b と窓の熱性能の評価対象となっている複層ガラスのガラススペーサ部の線熱貫流率 Ψ_g （以下、 Ψ_g と称す）との比較を行い、 Ψ_b は大きいもので Ψ_g の3倍程度の値となることを示した。その他、躯体の熱性能の変化が Ψ_b に及ぼす影響を確認し、躯体の熱性能の変化はほとんど影響しないことを示した。

第3章は、窓と躯体との間の熱移動について、実験による評価を実施した結果をまとめた。まず、測定装置について概要を述べた。次に、測定した結果を示し、測定結果と計算結果の比較を行った。その結果、熱流方向は一致していたが、熱流の大きさに差異があることを示した。また、熱流の大きさの差異の要因を挙げ、その中で差異の大きな要因が熱伝達率の分布によるものである可能性が高いことを述べた。

第4章は、開口部の熱伝達率の分布について、測定した結果をまとめた。第3章で、測定結果と計算結果の差異が熱伝達率の分布によるものである可能性が高いと考えられたため、熱伝達率分布の測定を実施した。ここでは、測定装置の概要と測定方法、測定結果についての報告し、考察を述べた。

第5章は、開口部の熱伝達率の分布について、計算した結果をまとめた。まず、解析モデルの概要と解析結果を述べた。次に、解析結果の熱伝達率の分布と第4章で得られた測定結果の熱伝達率分布を比較し、解析の整合性を確認すると共に測定では把握しきれない部分の熱伝達率の分布を把握した。

第6章は、窓と躯体との間の熱移動が、建物の熱性能に及ぼす影響についてまとめた。影響を確認する項目としては、窓の熱貫流率U値（以下、U値と称す）と住宅の熱損失係数Q値（以下、Q値と称す）とし、U値、Q値それぞれについて、 Ψ_0 を付加した場合の計算を実施した。その結果、影響の大きいものではU値で20%程度、Q値で5%程度増加する結果を示し、影響としては小さくないことを述べた。

第7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総括した。また、今後の研究によって解決すべき課題を整理し、今後の展望を述べた。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 383 号	氏名	宮澤 千頭
審査委員	主査	二宮 秀與	
	副査	本間 俊雄	
		曾我 和弘	

学位論文題目 窓－躯体間の熱移動に関する研究
(Studies on heat conduction between window frames and building walls)

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。本論文は窓と躯体との間の熱移動について考察したもので、全文7章より構成されている。

第1章は(序論)である。

第2章では窓と躯体との間の熱移動について、数値計算による検討結果をまとめている。まず、窓と躯体との間の熱移動を線熱貫流率 U_b で定義し、その計算方法を提案している。次に日本における代表的な窓と躯体の組合せについて U_b を整理し、熱流が無視できない値になることを示している。この事は複層ガラスのスペーサ部の熱流と対比することで明らかにしている。また躯体の熱性能の変化が U_b に及ぼす影響を確認し、躯体の熱性能の影響は小さいことを示している。

第3章では、窓と躯体との間の熱移動について、測定による試験結果をまとめている。まず、測定装置の概要を示し測定方法の原理を述べている。次に測定により得られた結果と数値計算による結果を比較し、各部位での熱流方向が一致することを示している。しかし熱流の大きさは両者で差異が見られ、その原因として熱伝達率の分布の影響を挙げている。

第4章では窓部の熱伝達率の分布について測定試験による考察を行っている。第3章の考察で測定試験時の窓部の熱伝達率分布が影響する可能性を指摘しており、実際の窓部の熱伝達率分布がどうなっているか測定により明らかにしている。ここではまず測定装置の概要と測定方法について整理し、次に測定結果を考察している。

第5章では窓部の熱伝達率の分布について、数値流体解析による考察を行っている。まず、解析モデルの概要を整理し、次に熱伝達率の分布の解析結果と測定結果を比較し両者が整合することを示している。また数値流体解析により測定では把握できない部位の熱伝達率の分布を明らかにしている。

第6章では、窓と躯体との間の熱移動が、建物の熱性能に及ぼす影響について述べている。住宅の熱損失係数 Q 値に着目し、窓と躯体間の U_b を考慮することで、建物全体の Q 値が最大で5%程度増加することを明らかにしている。これは建物の熱性能を評価する上で無視できないオーダーであり、本論文で提案する U_b 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7章は(結論)である。

以上、本論文は窓と躯体との間の熱移動について着目し、数値計算と測定試験の両面からその大きさを定量化している。また窓と躯体との間の熱移動が建物全体の熱性能に及ぼす影響について考察し、その影響が小さくないことを明らかにしている。これは建物の熱性能評価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 383 号	氏 名	宮澤 千頭
審査委員	主 査	二宮 秀與	
	副 査	本間 俊雄	
		曾我 和弘	
<p>平成25年2月7日に論文発表会を開催した。出席者15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] 精緻な計算により家全体のQ値で見ると3%程度の影響と結論づけているが、今後どのように展開してゆくつもりか。またそれほど問題視することか。</p> <p>[回答1] 線熱貫流率の値を体系付けて整理してゆきたい。また窓と躯体の取り合い部分にこのような熱流があることを明らかにしたので、施工方法にも成果を活かしたい。</p> <p>[質問2] 線熱貫流率の測定の精度は信頼できるものなのか。</p> <p>[回答2] 熱流計自体は信頼できるものであるが、何度も実験している間にセンサーと躯体に隙間が生じる場合があった。この点はデータを整理する段階で異常値などを除くように注意した。</p> <p>[質問3] 計算と試験で1桁値が違うということは計算モデルが試験体を正しくモデル化できていないのではないか。</p> <p>[回答3] 計算プログラムの精度は検証している。両者が一致しない理由としては、測定試験時の熱伝達率の分布が影響していると考えている。</p> <p>[質問4] RC造建物で熱流が大きくなっているが、実際の施工方法に対して何か提案はできないか。</p> <p>[回答4] RC造の場合、線熱貫流率が断熱材の施工位置で大きく変化するが、施工方法のバリエーションが大きいので体系的にまとめることができなかった。</p> <p>[質問5] 測定試験で発熱ガラスを使った理由は何か。</p> <p>[回答5] 発熱ガラスを用いることで、ガラス部分の熱流を0に設定してフレームの影響を見なかった。</p> <p>[質問6] ISOでフレーム部分の線熱貫流率を考慮していると説明があったが国際的にもこの部分の評価が必要と考えられているのか。また一般の人がこの影響を考慮したい場合どうするのか。</p> <p>[回答6] ISOは構造熱橋としての評価であり、本論文の主旨とは若干異なる。簡易的な評価方法としてこの部分の熱流を窓の熱性能に上乘せする方法を考えている。</p> <p>[質問7] 本研究は2次元モデルで評価しているが、一般的な熱負荷計算に適用できるのか。</p> <p>[回答7] 窓の熱性能に上乘せする方法で適用できる。</p> <p>[質問8] 5章のモデルは4章と整合性が取れているのか。</p> <p>[回答8] 空気層、流れ方向は一致していることを確認しており、整合していると判断できる。</p> <p>[質問9] 表面熱伝達率ほどの程度が妥当と考えられるか。シミュレーションの結果から提案できないか。</p> <p>[回答9] 窓の断熱性能評価は製品の横並び評価が目的で有り、表面熱伝達率は既定値扱いである。表面熱伝達率が妥当かどうかは目的にもよるので判断が難しい。</p> <p>[質問10] RC工法でスチールが影響しているのであれば、その部分の熱伝導率を置き換えて検証できるのではないか。</p> <p>[回答10] 考察の段階では検証した。RC工法は現場施工で納まりが変更されたり、空気層ができたりすることが多く一様ではない。このため本日の発表では標準的な例のみを示した。</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>			