

学位論文の要旨

氏名

齊藤孝一郎

学位論文題目

窓フレームを考慮した開口部の熱性能計算法に関する研究

本論文は、開口部の熱性能の汎用的な計算法を広く日本の開口部に応用し、様々な窓形態、場面で評価可能にすることを目的として主にフレーム部の熱性能計算法についてまとめたものである。

第1章は、本研究の社会的背景と既往の研究を示し、研究の意義と目的を明確にした。本研究の基礎となる開口部の熱性能計算法として、ISOおよび日本での既往の研究に基づいた汎用的な計算法を示した。また、窓フレームを考慮した開口部の熱性能計算法の全体像を示し、既往の研究と本研究の位置づけについて述べた。

第2章では、住宅用の窓フレームの断熱性能、遮熱性能の汎用的計算法の開発を目的に取組んだ様々な検証結果について述べた。汎用的計算法による算出結果は、簡易計算法の基礎データとして用いられると共に簡易計算結果の精度検証の比較対象となる。局所熱伝達率の影響の検討は、第4章の防露性能の簡易計算法において局所熱伝達率を考慮した計算法を構築する根拠となる。また、汎用的計算法によるフレーム部の断熱性能と遮熱性能の結果比較は、同じく第4章の二重窓のフレーム部の遮熱性能簡易計算法の根拠となる。

第3章では、フレーム部の汎用的な計算法をカーテンウォールに応用し、断熱性能、遮熱性能を算出するためのフレーム部のモデル化手法の構築について述べた。特に、カーテンウォール特有の腰部（スパンドレル部）の取り扱いについて検討した。モデル化の範囲、境界条件の設定方法、フレーム部の熱貫流率、日射熱取得率の算出方法について提案した。

第4章では、窓フレーム部の断熱性能、遮熱性能、防露性能の簡易計算法について述べた。複層ガラスエッジ部の線熱貫流率とフレーム部の日射熱取得率に対する複層ガラスの熱的要因の影響を示し、様々な複層ガラスを使用した時の簡易計算法の作成法について提案した。二重窓については、外窓と内窓のフレーム部の熱貫流率と断面情報を用いた断熱性能、遮熱性能の簡易計算法を提案した。防露性能については、第1章の既往の研究に示した防露性能指標STIを局所熱伝達率の変化に対応可能とした簡易計算法を提案した。

第5章では、窓フレームの詳細なデータが無い建築計画の初期段階での断熱性能、遮熱性能の簡易計算法について述べた。日本のビル用窓のフレームの断熱性能値、遮熱性能値の汎用的計算結果を整理したライブラリを用いた単体窓、連窓、段窓の計算法を提案した。

第6章では、第3章から第5章に示した窓フレームを考慮した開口部の断熱性能、遮熱性能の算出値の適用性、有用性について述べた。窓の断熱性能、遮熱性能を第4章で示した簡易計算法を用い個々の窓の寸法、ガラス仕様で算出した場合と窓開口寸法を標準試験体寸法に固定した場合、窓フレームを考慮しない場合（窓の性能値＝ガラスの性能値）の算出値を用い一般的な住宅の暖房負荷、冷房負荷を算出、比較することにより、住宅の熱負荷計算を行う際の簡易計算法の適用範囲と精度を示した。また、第3章で示したカーテンウォールの計算法、第5章に示したビル用窓の簡易計算法を用いた事務所ビルの開口部の断熱性能、遮熱性能の算出結果からPAL値や暖房負荷、冷房負荷を算出、比較することによって窓フレームの建物の熱負荷への影響を明確に示した。これらの結果から建物の熱負荷計算でのフレーム部を考慮する必要性を明らかにし、本研究の有用性を実証した。

第7章では、研究成果を総括し得られた検討結果及び新たな知見をとりまとめた。さらに、今後の研究によって解決すべき課題を整理し、開口部の熱性能の計算法とその利用についてその展望を述べた。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第301号	氏名	齊藤 孝一郎
審査委員	主査	曾我 和弘	
	副査	徳富 久二	松村 和雄
		二宮 秀與	赤坂 裕

学位論文題目

窓フレームを考慮した開口部の熱性能計算法に関する研究

(Studies on a Calculation Method for Thermal Performance of the Windows with Frames)

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、開口部の熱性能の汎用的な計算法を広く日本の開口部に応用し、様々な窓形態、場面で評価可能にすることを目的として、主に窓のフレーム部の熱性能計算法についてまとめたもので、全7章より構成される。

第1章は、序論である。第2章では、住宅用の窓フレームの断熱性能、遮熱性能の汎用的計算法の開発を目的に取組んだ様々な検証結果について述べている。

第3章では、フレーム部の汎用的な計算法をカーテンウォールに応用し、断熱性能、遮熱性能を算出するためのフレーム部のモデル化手法について述べた。特に、カーテンウォール特有の腰部（スパンドレル部）の取り扱いについて検討した。

第4章では、窓フレーム部の断熱性能、遮熱性能、防露性能の簡易計算法について述べた。複層ガラスエッジ部の線熱貫流率とフレーム部の日射熱取得率に対する複層ガラスの熱的要因の影響を示し、様々な複層ガラスを使用した時の簡易計算式の作成法について提案した。二重窓については、外窓と内窓のフレーム部の熱貫流率と断面情報を用いた断熱性能、遮熱性能の簡易計算法を提案した。防露性能については、防露性能指標を局所熱伝達率の変化に対応可能とした簡易計算法を提案した。

第5章では、窓フレームの詳細なデータが無い建築計画の初期段階での断熱性能、遮熱性能の簡易計算法について述べた。日本のビル用窓のフレームの断熱性能値、遮熱性能値の汎用的計算結果を整理したライブラリを用いた単体窓、連窓、段窓の計算法を提案した。

第6章では、第3章から第5章に示した窓フレームを考慮した開口部の断熱性能、遮熱性能の算出値の適用性、有用性について述べている。窓の断熱性能、遮熱性能を第4章で示した簡易計算法を用い個々の窓の寸法、ガラス仕様で算出した場合と窓開口寸法を標準試験体寸法に固定した場合、窓フレームを考慮しない場合（窓の性能値＝ガラスの性能値）の算出値を用い一般的な住宅の暖房負荷、冷房負荷を算出、比較することにより、住宅の熱負荷計算を行う際の簡易計算法の適用範囲と精度を示している。また、第3章で示したカーテンウォールの計算法、第5章に示したビル用窓の簡易計算法を用いた事務所ビルの開口部の断熱性能、遮熱性能の算出結果からPAL値や暖房負荷、冷房負荷を算出、比較することによって窓フレームの建物の熱負荷への影響を明確に示している。これらの結果から建物の熱負荷計算でのフレーム部を考慮する必要性を明らかにし、本論文の有用性を実証している。

第7章は、結論である。以上本論文は、窓フレームを考慮した開口部の熱性能計算法を提案し、その計算法の有効性を明らかにした。これは窓の断熱性能、遮熱性能、防露性能の適正な評価に大きく寄与する。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301号	氏名	齊藤 孝一郎
審査委員	主査	曾我 和弘	
	副査	徳富 久二	松村 和雄
		二宮 秀興	赤坂 裕
<p>平成21年1月23日14時30分から行われた学位論文発表会において、審査委員を含む約20名の前で学位論文の内容が説明され、その後、以下に示すような質疑応答が行われた。いずれについても満足すべき回答を得ることができた。</p> <p>〔質問1〕開口部の熱性能予測値の誤差範囲が+（プラス）にも-（マイナス）にも振れているが、安全側の予測を行うという考え方からどのように判断するのか。（4章、5章）</p> <p>〔回答〕熱貫流率（断熱性能）、日射熱取得率（遮熱性能）を単体で判断する場合は、熱伝導解析による熱流量が大きくなりそれらの指標が大きくなる場合を安全側と判断することができます。解析モデルの簡略化を行う場合は、熱流量が大きくなる方向で簡略モデル作成法を作ってきました。</p> <p>熱貫流率、日射熱取得率は、建物の暖冷房負荷や室内の温熱環境を予測する目的で算出する場合があります、その場合は目的とする指標（暖冷房負荷、室内温熱環境）に対して安全側はどちらになるのか判断する必要があります。例えば、夏期の冷房負荷を予測する場合、熱貫流率が大きくなる方向は危険側（冷房負荷が小さく算出される）の予測を行うこととなります。</p> <p>今後、暖冷房負荷と室内温熱環境に対し誤差がどの程度影響するのかを把握し、危険側の予測とならない誤差のとり方について検討して行きます。</p> <p>〔質問2〕カーテンウォールの計算モデルの範囲はどこまでが適切と考えるのか。（3章）</p> <p>〔回答〕カーテンウォールの熱設計を行う目的では、商品モデルの範囲と考えます。様々な窓種、フレーム種、腰部の構造について検討が可能です。更に、建物の暖冷房負荷を商品の評価に加える場合は、施工モデルのように室内側の仕上げを可能な限りモデル化しその結果得られた熱貫流率、日射熱取得率を用いて熱負荷計算する必要があります。</p> <p>今後、本研究で算出した商品モデルと施工モデルによる建物の熱負荷に対する差異を確認します。</p> <p>〔質問3〕カーテンウォール腰部の方立を熱橋係数の考え方で評価できないのか。（3章）</p> <p>〔回答〕室内側の仕上げを限定することができれば、外壁の柱やスタットと同様に熱橋係数として腰部の方立、無目を評価することが可能です。今後、多くの室内側納まりを調査することにより、方立、無目から内側の熱抵抗の増分で整理して熱橋係数を算出する手法についても検討していきます。</p> <p>〔質問4〕ウォームエッジのように複層ガラススペーサの熱伝導率が変化した場合の線熱貫流率の予測法は今後検討しないのか。（4章）</p> <p>〔回答〕ウォームエッジなどの新商品の評価を今後の課題として挙げさせて頂きました。線熱貫流率を始め、窓全体の熱貫流率やガラスエッジ付近の防露性能にも大きく影響を及ぼす要因であると考えます。</p> <p>本研究では線熱貫流率への予測因子としてスペーサの熱伝導率が抽出されませんでした。今後、様々なウォームエッジの構造を把握すると共にその影響を明確にしていきます。</p> <p>〔質問5〕開口部の熱性能評価において網戸の影響をどう考えるのか。（7章）</p> <p>〔回答〕熱貫流率の算出においては網戸は外部付加物の熱抵抗の増分として算出できる可能性があります。以前測定した引違い窓の結果では、網戸を取り付けることにより窓全体の熱抵抗が0.006~0.011[m²·K/W]程度増加しました。しかし、引違い窓では外障子側若しくは内障子側のどちらか一方しか取り付けられないため計算法に工夫が必要です。</p> <p>以上のことから審査委員会は、申請者が博士課程の修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士（工学）の学位を与えるに足る資格を有するものと判定した。</p>			