

## 第7章 まとめ

本成果報告書では、開口部の熱性能の評価方法を整理するとともに建物の熱負荷に及ぼす影響について考察した。各章の概要を以下にまとめる。

第1章は序論で開口部の熱性能の評価方法における課題を示した。

第2章では代表的開口部材及び日射遮蔽部材の組み合わせを対象として日射熱取得率の測定結果を整理した。測定結果の概要を以下に示す。

- ・ 窓フレームに各種ガラスを組み合わせた測定結果と、ガラス単体の日射熱取得率(カタログ値)にガラス面積比率を乗じた値を比較すると、概ね一致していることが確認された。
- ・ 省エネルギー基準の夏期日射取得係数並びに開口部の夏期日射侵入率の基準値のみでは、冬期の日射熱取得が期待出来ず年間負荷が増加するケースがある。
- ・ 遮蔽物なしの日射熱取得率と遮蔽物併用時の日射熱取得率において、高い相関関係が確認された。窓単体の日射熱取得率が既知であれば、遮蔽物を組み合わせた際の日射熱取得率を近似することができる。
- ・ 遮蔽物単体の特性を表す遮蔽物効果係数において、室内側遮蔽物では、窓単体の日射熱取得率が低いほど効果係数は高くなり、日射熱取得率が高いほど効果係数は低くなることが確認された。また、室外側遮蔽物では、窓単体の日射熱取得率による影響が小さいことが確認された。
- ・ 照射日射のない場合の測定結果より遮蔽物の付加熱抵抗( $\Delta R$ )を算出し、窓単体の熱貫流抵抗、及びガラス単体の熱貫流抵抗(カタログ  $R_g$ )との相関を検討した。その結果、 $\Delta R$ はカタログ  $R_g$  との相関が高く、近似式によって簡易的に  $\Delta R$  を導き出せることを確認した。

第3章では日射熱取得率(日射侵入率)の計算方法に関して整理した。欧米及び国内で開発されている日射熱取得率(日射侵入率)計算方法の文献調査をおこなうと共に、公開されている評価ツールを調査し計算結果を比較した。調査結果の概要を以下に示す。

- ・ 透明複層と3種類のLow-E複層ガラス(日射取得型、日射中庸型、日射遮蔽型)を対象として、計算規格による性能値の相違について整理した。日射透過率は規格によって若干の差が見られ、その差は日射遮蔽型Low-E複層で大きくなった。これは計算に用いる標準日射スペクトルが規格によって若干異なることによる。日射遮蔽型のLow-Eガラスは、可視光域に比べて近赤外域の透過率が極端に低い波長選択性を有するため、標準日射スペクトルの近赤外域の重みの違いが日射透過率の差として現れた。
- ・ 日射熱取得率は同じ規格でも季節により異なり、いずれも夏期の方が冬期よりも大きく算出される傾向が見られた。これは室外側表面熱伝達係数の値が夏よりも冬の方が大きい設定となっており、ガラスに吸収された日射熱を室外に逃がしやすい条件となっているためである。

- ・ フレーム部の日射熱取得率はガラスの違いで変化するが、その差は 0.01 以下でありガラス種の違いによる影響は軽微であることが確認された。
- ・ 窓全体の日射熱取得率の規格間の差異は、日射遮蔽型 Low-E 複層ガラスで大きく、最大と最小で 10%以上の差が見られた。これはガラスの性能差によるものである。このことから、計算法の規格による差は小さくないことがわかった。
- ・ 窓の日射熱取得率の計算値と測定値を比較した結果、全ての仕様において測定値と計算値の差は 0.05 以内に入っており、大きな乖離は見られなかった。しかし、高性能熱線反射単板ガラスや日射遮熱型 LowE 複層ガラスはその他のガラスに比べ、測定値との乖離が大きい結果となった。このような結果となった要因として、測定時の分光スペクトルの変化などを考えたが明確な結論は得られなかった。
- ・ 二重窓の計算では、外窓と内窓の間の中間空気層を閉された空間として熱抵抗を算出し計算を行っているが、どの条件においても測定結果と計算結果で殆ど乖離が見られないため、窓と内窓の間の中間空気層を閉された空間として熱抵抗を算出しても問題ないことが確認できた。
- ・ 日射遮蔽物が附属した場合の日射熱取得率を計算値と測定値で比較し、実用的な精度で両者が一致することを示した。
- ・ グレージング部の日射熱取得率の計算において、シングルバンドとマルチバンドの取り扱いの差が、どの程度生じるか確認した。マルチバンドの計算結果の差違が最も大きくなるのは、熱線吸収板ガラスおよび Low-E ガラスであった。しかしながら、日射熱取得率の差違の最大は 0.05 程度であることから、シングルバンドとマルチバンドの計算方法の違いの影響は小さいことが確かめられた。

第4章では熱貫流率計算方法について整理した。概要を以下に示す。

- ・ 表面熱伝達率は規格によって定義が異なり、総合熱伝達率の固定値を規定するもの、放射熱伝達率と対流熱伝達率を分けてそれぞれを関数として規定するものがある。室内外温度については、各規格の原案を作成した国の環境が反映されている。
- ・ 国内の地点をランダムに選択し EA 気象データの風向・風速を用いて、ISO 15099 の方式で垂直面に対する室外側対流熱伝達率と各種ガラスの熱貫流率を比較した。その結果、室外側対流熱伝達率は卓越風向に面する窓面で大きくなる傾向が見られた。各種ガラスの熱貫流率は、透明単板ガラスでその変動幅が  $2.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  と大きく、普通複層ガラスや Low-E 複層ガラスではそれぞれ  $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、 $0.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  とその変動幅は小さくなる傾向があった。
- ・ 代表的な窓の材質別、機種別、サイズ別の熱貫流率を比較し、窓面積と熱貫流率には反比例の関係があることを示した。これはフレームの面積比率が窓面積によって変化することによる。
- ・ 窓サイズによる熱貫流率の変化が建物全体に及ぼす影響について、自立循環型住宅開発プロジェクトの標準プランを用いて検討した。窓を実サイズで評価するケースと標準試験体サイズで評価するケースで、外皮平均熱貫流率の差は2%程度であった。

第5章ではカーテンウォールの熱性能の評価法について整理した。

- ・ フレームを考慮したカーテンウォールの熱的性能計算法について、JIS A 2102-1, JIS A 2102-2, ISO 12631, ISO 15099 及び既往の研究に基づいて計算法を整理した。また、メーカー標準タイプのフレームを用いて PAL 計算等に適用可能な簡易計算方法を整理した。
- ・ 建物モデルで試算した結果、フレームを考慮することにより、カーテンウォール全体の熱貫流率は全面をガラスと仮定した場合よりも大きく(149%)なり、日射熱取得率は小さく(87%)なった。この結果、フレームを考慮することで、暖房 PAL は増大し、冷房 PAL は軽減する。このことから、PAL 計算においてフレームの影響を無視できないことを示した。

第6章では窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷について整理した。概要を以下に示す。

- ・ 住宅熱負荷計算において、窓フレームの影および複層ガラスの入射角特性を考慮しないことは、窓の日射熱取得率を過大に評価することになり、暖房負荷の過小評価、冷房負荷の過大評価を招く可能性がある。年間暖冷房負荷合計でみると、暖房と冷房の負荷の大小が相殺されて、これらの考慮の有無による差違が現れにくい場合もあるが、実態調査との整合など暖冷房内訳バランスまで精査する際には、考慮すべきである。
- ・ 熱負荷計算においてブラインドスラット角とガラス入射角と太陽位置の関係から窓の日射熱取得率が時々変化することを厳密に扱った。このことにより、地域によって最適なガラス品種とブラインドスラット角の組み合わせが異なることを明らかにした。
- ・ 屋外の風向風速の変動により窓の熱貫流率が変動する影響を住宅熱負荷計算で確認した。その結果、暖房負荷では窓の熱貫流率が大きいときに影響が現れたが、冷房負荷にはほとんど影響が見られなかった。
- ・ ISO 規格に規定されている窓のエネルギー性能 (WEP) の評価指標を日本の住宅に適用させるために、標準住宅の設定とそれを表す数値パラメータの同定を行い、住宅熱負荷計算による暖冷房負荷と同等の結果が得られることを確認した。
- ・ WEP 試算により、住宅の暖冷房負荷の低減のために、①窓の高断熱化、②窓開放による通風換気、③季節による遮蔽物の使い分け、④窓自体は高日射取得化、⑤地域、方位ごとに適切な庇の設計、などが重要であることを示した。

