

超断熱型ガラス張り住宅

Danish Building Research Institute, Kim B. Wittchen, Soren Aggerholm

新型の超断熱型透明・半透明ガラスの起用により、斬新な外観デザイン様式と空間・採光効果、省エネ機能を兼ね備えた建築素材としてのガラスの新たな可能性が開けてきた。新型の窓ガラスは、非営利の住宅協会であるBallerup Ejendomsselskab（デンマーク）のために建設された超断熱型ガラス張り住宅で試験的に使用された。このガラス張り住宅には、1年間に渡り一家族が試験的に住み、その期間中に住宅の様々な点について評価検討を行った。

1996年に、このガラス張り住宅は、Ballerupの住宅フェア“BOYBY”（町に暮らす）の一部として建設され、その構造はデンマークエネルギー省の展示会「省エネを意識した住宅、未来の窓」で展示された。同時に、一家族がこの住宅に12ヵ月の間試験的に入居した。その後、この建物はコミュニティセンターとして使用されている。

設計は、Danish Building Research Instituteが実施した研究プロジェクトの結果に基づいて、Boye LundgaardとLene Trandberg's Architect Companyが行った。このプロジェクトでは、新型の超断熱型透明・半透明ガラスを、建築構造・照明条件・室内気候・エネルギー消費量との関係について分析した。

ガラス張りの外観

この住宅は敷地面積115m²、延べ床面積205m²の2階建てで、建物の外観はほぼ完全に超断熱型の透明・半透明ガラスに覆われている。ガラス窓の面積が非常に大きいため、住宅内には十分に自然光が確保され、パッシブソーラー暖房機能を補完している。これが、この住宅が省エネ型住宅に分類される所以となっている。建物中心部（キッチン、浴室、洗面所）の回りの壁、及びフロアの仕切、屋根スラブ、高い天井の上にある屋根を支える柱は、すべて、現場打ちコンクリート製である。

この住宅の窓ガラス面積は合計216m²で、そのうち半分が透明ガラス、残る半分が半透明ガラス製である。すべての窓は省エネ型3重ガラスで、低公害型コーティングが施され、ガラス間にはクリプトンが充填されている。屋外から得られる光が着色しないように、どの窓も非鉄ガラス製である。透明な窓ガラス部分には、光を拡散させるために、つや消しの金属箔（mat foil）がラミネーションとして使用されている。窓枠サッシと枠組には、メンテナンスが簡単な硬材のラワンマホガニー材が使われている。この木材は非常に強度が優れているため、サッシも枠組も外観は華奢である。このため、住宅は、外観が極めて簡素で、しかも、日照条件に恵まれている。

全窓面積のうち、ガラス部分の面積は、固定された大型透明・半透明パネル部分が 95% に、トップハング・ウィンドウが 45% となっている。この外観のガラス部分全体の設計U値は、平均 1.0W/m²Kである。

遮光、換気と暖房

ガラス張り住宅の主要な問題点のひとつは、夏期の晴天の日に室内温度が上昇しすぎることである。この問題の発生を最小限に抑えるために、この超断熱型住宅には、目の詰まった軽量ロール式ブラインドが室内遮光装置として設置されている。換気は、3カ所ある天窗、高所に設けられたトップハング・ウィンドウ、外観のガラス面に設けられたドア、及び大きなパティオドアによって行われる。ロール式ブラインドにより、住民のプライバシーも確保される。

天窗のうち2カ所とトップハング・ウィンドウの半数は自動的に開放される。屋内が無人であっても、ルームサーモスタットが、室内気温が上昇すると換気が促進されるよう、装置を制御する。居住者自身が、手で窓やドアを開放して、換気を行うこともできる。

写真 Ballerupのガラス張り住宅（撮影：Morten Kajaergaard）



この住宅は、加熱を地域暖房サービスに頼っている。暖房・換気（3,000 度日、基準温度 17°C）・家事用給湯のための年間正味熱需要は 39kWh/m²になるものと算出されている。新しいデンマークの建築規制（Danish Building Regulations BR95）は、同種の建築物に対して最高 62kWh/m²までの熱需要を認めている。このため、この超断熱型ガラス張り住宅は、省エネ住宅に分類できる。

この住宅の年間熱消費量は 11MWhと推算されている（このうち 3MWhは、家事用の給湯用）。この住宅における熱収支の大部分を占めるのが、（ガラス窓を通じて得られる）太陽熱利用と、太陽熱とほぼ同量の（ガラス窓を通じての）透過損失である。太陽光線による採光が一般住宅より優れており、照明用の電力消費量を削減できる見込みがあることで、北向きの窓パネルからの多量の正味熱損失は相殺される。

測定

この住宅では、家族が居住している期間について、室温・換気・採光条件と共に、熱、電力、水道の消費量が測定された。

自動換気システムの効果については、夏期に2回に渡り、(各試験期間は2週間ずつ)試験が実施された。この試験期間中、住宅を無人の状態にして、自動窓開放装置を稼働させた。1回目の試験は、ブラインドを巻き上げて開けたままの状態で行われたが、この時には、リビングルーム(典型的測定値として測定された)の室温は、だいたい正午には屋外温度よりも7.2°C高くなった。平均して、屋内温度は、屋外温度よりも5.2°C高かった。2回目の試験では、ブラインドがおろされていたため、リビングルームの室内温度は、屋外温度を4.6°C上回っただけだった。また、平均の屋内温度は屋外温度よりも2.8°C高かった。どちらの試験期間中も、自動制御されているトップハング・ウィンドウと天窗のおかげで、平均気温差はかなり小さかった。

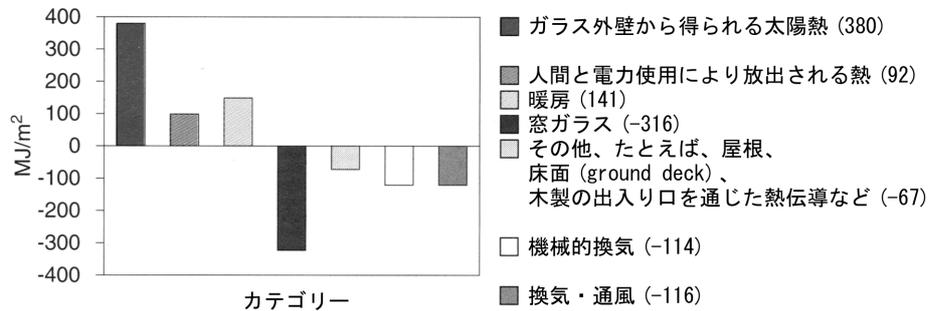
この住居用として地域暖房で使用されるエネルギー量は、暖房の必要な1997年9月から1998年5月までの期間で、測定の結果、約19,100kWhであることが明らかになった。この測定値は、予測値よりも約67%も多い。これにはいくつかの理由があるが、中でも重要なのは下記の点である。

- ・ 設計上と実際の気候条件(屋内・屋外の双方)との誤差。
- ・ 窓のU値が設計値よりも高かった。
- ・ 外壁と土台のサーマルブリッジ(thermal bridge)を過小評価していた。

写真 Ballerupのガラス張り住宅のリビングルーム(撮影: Morten Kjaeraard)



図1 Ballerupのガラス張り住宅における熱収支、1997年10月－1998年4月



評価と居住者体験談

この住宅を評価するにあたっては、住宅の質と共に、居住者が体験した問題点（特殊な採光条件、室内気候、パノラマのように広い視界、プライバシー確保が困難な点など）についても検討した。

居住した家族の立場から見ると、十分な採光は、この住宅の最大の長所であった。が、時には、日光がまぶしすぎて、室内でもサングラスをかける必要があるなど、わずらわしい点もあった。半透明の窓は、曇天で最も効果を発揮した。

パッシブソーラー暖房のために、室内が非常に高温になることがあった。通常、室内温度は、家族が午後に帰宅した時に最高に達するが、窓やドアを開放すると、気温はすぐに周囲温度レベルまで低下した。

ガラス張り住宅に住むためには、プライバシーが確保できないなど、ある程度の適応力や覚悟が要求される。が、半透明の窓の長所を理解するにつれて、居住家族の人目にさらされているという意識は薄らいでいった。

超断熱ガラス張り住宅は、必ずしも、未来の一戸建て住宅の理想的な形というわけではないが、この住宅により、将来の省エネ型住宅設計に応用できる貴重な教訓が得られた。

詳しくは下記までお問い合わせください。

Danish National Team (デンマークチーム)

Mr. Preben Thisgaard

ファクシミリ : +45-59-186573

電子メールアドレス : movapro@novapro.dk

[出典原文]

CADDET Energy Efficiency Newsletter No.1 2000