プラスチック（樹脂）サッシと自立循環型住宅

奈良 憲 道*

1. はじめに

プラスチックサッシ（樹脂サッシ）は、京都議定書で定められた我が国のCO₂削減目標を実現するための切り札として、いま最も注目されている住宅素材である。住宅における開口部は温熱性能的に見るとその他の部位（壁・天井・床など断熱材を使用する部位）に比べると弱点であり、これからの住宅における開口部は、プラスチックサッシのような熱貫流率の低い省エネルギー性能に優れたリサイクルしやすいものが求められている。プラスチックサッシはドイツにおいて約50年前に開発され、我が国では1976年に、サンアロー化学（株）トクヤマに吸収合併）が日本初の樹脂サッシ「シャノン」を製造販売し、その歴史は30年を超えようとしている。ドイツにおいて開発されたプラスチックサッシも我が国で開発されたサッシも現在でも現役の開口部として、取付当時のままで充分に使用にたえている。我が国ではマイナー扱いされていたプラスチックサッシが一躍、注目されるようになったのは1997年、京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）において、地球環境の深刻な状況、特にCO₂による温暖化対策が緊急性のある問題として話し合われ、この京都会議において参加各国に応分のCO₂削減目標が定められたことに始まる。この京都会議で我が国は、1990年を基準年として2008年～2012年までの5年間に、温室効果ガスの6%削減を国際的に公約し、この京都議定書（先進国及び市場経済移行国の温室効果ガス排出の削減目標を定めたもの）を2003年に国会において批准したのである。我が国のCO₂削減の現状を考えてみるに、産業界におけるCO₂の削減に関しては、世界的に見ても高レベルで対応しており、削減はすでに限界点に近く、それに比べて年々増え続けている住宅等の民生用エネルギーによるCO₂の削減が急務となっている。O₂（酸素）やCO₂に関連する木材資源の活用を比較してもヨーロッパでは60年以上、北米は40年以上の住宅寿命であるのに対し、我が国の住宅は25年の寿命しかない。短すぎる住宅寿命を欧米並みにのぼす必要とエネルギー消費を抑え、欧米並みの効率的な住宅性能が求められ1999年「次世代省エネルギー基準」改

図1 地球環境保全に関する関係閣僚会議及び地球温暖化対策推進本部（第2次小泉内閣）2004年5月18日¹⁾

正告示を皮切りに「住宅の品質確保促進法」、「住宅性能表示制度」、「10年瑕疵保証制度」や「建築基準法の一部改正」等、住宅に関する法律が矢継ぎ早に整備された。本稿では、2010年に予定されている「第二次国家総合プロジェクト」の骨子ともなる自立循環型住宅におけるプラスチックサッシについて述べることにする。

2. 樹脂サッシはCO₂削減の切り札

2004年5月18日、総理大臣官邸で地球環境保全に関する関係閣僚会議及び地球温暖化対策推進本部が開催され、地球温暖化対策推進大綱の進捗状況が報告書にとりまとめられた（図1）¹⁾。地球温暖化対策推進大綱では、1997年に京都で開催された気候変動枠組条約・第3回締約国会議（COP3）で採択された京都議定書を確実に実行に移すため、毎年、具体的措置の推進状況を点検することとしている。2004年の報告では、2002年度の我が国の温室効果ガスの総排出量は13億トン余りで前年度と比べ2.2%増加し、京都議定書の規定による基準年（原則1990年）の総排出量に比べ7.6%上回っているとしている。今後、政府は点検の結果を踏まえ、目標の達成に必要な追加的な施策を検討し、講じていくこととしている。特にこの日の会議では、冷暖房効果を高める効果的な省エネルギー対策の切り札としてプラスチックサッシの断面模型が小池環境大臣によって持ち込まれ、従来のアルミサッシに変わる効率的な断熱

* Nara, Norimich
 (株)シャノン 開発営業
 東京都港区西新橋 1-4-5 (〒105-8429)
 2006.9.19 受理

開口部として紹介された。住宅リフォーム時の開口部のプラスチックサッシの施工に対する補助制度の新設や省エネルギー推奨部材として検討された。2004年度の古い記事ではあるがプラスチックサッシが公に認識された瞬間でもある。我が国では、今までは特殊な開口部部材として見られてきたプラスチックサッシではあるが、欧米ではすでにかんりの実績があり、我が国のようにアルミサッシ開口部が大多数を占める現状の方が、異常な状況であることはあまり知られていない事実である。

3. 世界のサッシ事情

我が国では開口部といえばアルミサッシが主流であり、誰もがアルミサッシの開口部を疑うものがないのが現状ではないかと考えられる。しかし、世界的に見ればアルミサッシは少数派である。特に住宅の先進地域では、特殊な場合を除けば一般住宅用としてアルミサッシが使われることはほとんど無いといってもよいだろう。北欧の人々に、日本では開口部はアルミサッシが主流であると説明すると結露が発生して住宅の寿命を縮めてしまうアルミ材料をなぜ開口部に使用するのか？と不思議がられるほどである。この様に、世界的には少数派に属するアルミサッシが我が国で、大量に使用されてきたのはなぜだろうか？それは、我が国の戦後の産業構造にも大きな原因があり、また急速に進んだ住宅の高性能化に伴って、従来の木製建具の隙間風を防ぐ、気密性を補うものとしてアルミサッシが登場してきたことに起因しているようである。戦後、我が国では、有効な資源もなく資源を輸入し、それを加工して付加価値を付けて輸出する加工貿易によって生計を立ててきた時代があった。我が国にあるものといえば、日本アルプスなど急峻な山々から流れる豊富な水力を利用した水力発電である。オーストラリアなどからボーキサイトを輸入し、この電力でアルミを精錬したのである。アルミニウムの精錬には、莫大な電力を消費するのでこのアルミの加工は大きな利益をもたらし、その国内向けの加工品としてアルミサッシが誕生したのである。世界的には貴重なアルミも、我が国では、当時の有り余る電力事情で安価な製品として供給できたために、現在のアルミサッシ大国ができあがったものと推察される。図2に示されているように開口部に90%近くアルミサッシが採用されているのは我が国の特殊事情である²⁾。

4. 各種サッシの熱伝導率

先進地域の木造住宅にはアルミサッシの使用はほとんど見られない。アルミサッシとプラスチックサッシ、スチールサッシの熱伝導率を比較したのが図3である³⁾。我が国では、木製サッシといえば隙間だらけの昔の木製建具を思い浮かべるが、北欧や北米では、高性能の木製サッシがプラスチックサッシが普及する前の主流であった。我が国でも北欧からの輸入住宅などでは、この木製サッシを売り物としている住宅メーカーもある。確かにトリプルガラス入りなどの製品は優れたものも多いが、木材の場合は、木質によって熱伝導率が違いサッシ性能に関しては一概に比較できない部分がある。図3のような熱伝導率の比較も明確にはできないのが現状である。図には、檜と杉の熱伝導率

PVCサッシは世界の標準品。

■PVCサッシは世界中で最も多く採用されている。

図2 世界のサッシ素材比較 (2000年)²⁾

◆フレーム素材の熱伝導率：λ 値

図3 各種素材の熱伝導率比較³⁾

を示しているが同じ樹種でも生育条件によって、一本一本熱伝導率が異なるからである。また、木製サッシの場合は、数年おきに塗装などのメンテナンスが必要となる。北欧やヨーロッパでは、木製サッシに変わってメンテナンスが容易なプラスチックサッシの需要が木製サッシを抜いて、年々拡大している状況である。ドイツやイギリス、特にアイルランド等の寒冷地では、年々プラスチックサッシのシェアが拡大している。

5. 自立循環型住宅と樹脂サッシ

自立循環型住宅は国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所によって2001年度から4ヶ年にわたり、自立循環型住宅の研究・開発プロジェクトが進められて、大

◆冬の暖房時
住宅全体から熱が逃げる割合
(外気温 -2.6°C)

◆夏の冷房時
住宅全体に入る熱の割合
(外気温 33.4°C)

図4 部位別の熱損失の割合（設計用最大熱負荷計算法による）⁴⁾

学研究者や民間企業の研究者・技術者と共同で、居住時のエネルギー消費に起因するCO₂排出量を半減させることの可能な住宅の設計にあたって、パッシブ手法を利用する技術と暖冷房や給湯設備技術を省エネルギーの観点から開発してきたもので、財団法人建築環境・省エネルギー機構によって、2005年6月に「自立循環型住宅への建設ガイドライン・エネルギー消費50%削減を目指す住宅設計」としてまとめられ、全国各地で講習会が開催されている。なお、ここで検討されてきた自立循環型住宅のための諸技術は、遠い将来に実現できる技術ではなく、すでに実用化されているかあるいは、製品化されている技術の中から経済的な妥当性の高い技術を中心としたもので経年により更新・発展していくべき技術を対象に研究されている。研究・開発プロジェクトは、自立循環型住宅を以下のように定義している。『自立循環型住宅とは、気候や敷地特性などの住宅の立地条件及び住まい方に応じて極力自然エネルギーを活用した上で、建物と設備機器の設計や選択に注意を払うことによって、居住性や利便性の水準を向上させつつも、居住時のエネルギー消費量（CO₂排出量）を2000年頃の標準的な住宅と比較して50%にまで削減可能な2010年時点までに十分実用化できる住宅である。』住宅から逃げる暖冷房熱損失は、開口部からのものが圧倒的に多く（図4）冬季で58%の熱が流出し、夏季には73%もの熱が流入する⁴⁾。サッシ、ドア等の開口部には熱・空気・光・眺望など、屋内外をつなげる機能と共に建物外皮の一部として断熱性能また、防犯性能が要求されている。この

◆サッシ素材別、窓から逃げる熱の割合

単位：%

図5 サッシ素材別、窓から逃げる熱の割合⁵⁾

うち断熱性能については、建物外皮の中でも特に弱点となりやすい部位であるので、目標レベルに応じた性能を有するものを選択することが重要である。図5は、サッシの素材別で開口部から逃げる熱の割合を示したものである⁵⁾。アルミサッシの単板ガラスを100とした場合、アルミサッシ+複層ガラス使用の場合で71%、プラスチックサッシ+複層ガラスの場合で45%と55%も性能を向上させることが可能になる。ガラス性能を低放射ガラス（Low-E）にした場合には、36%と64%も性能の向上が可能になる。自立循環型住宅で求められる外皮の断熱性能に関しては、「次世代省エネルギー基準」（1999年）が基準となることから、開口部の断熱性能もプラスチックサッシ+低放射複層ガラスが最高性能と考えられる。

6. フレームとガラス性能

開口部が住宅性能に及ぼす影響については、建物外皮の断熱性能としてフレームとガラス性能が重要になる。各種フレームの断熱性能とガラス性能が住宅の温熱環境に与える影響は大きく、さらに日射遮蔽部材や庇などの組み合わせによって日射侵入率は大きく異なる。表1は、開口部の断熱性能（熱貫流率）を示したものである⁶⁾。この表には示されていないが、複層ガラスの中にアルゴンガスを封入したり、低放射被膜（Low-E）を二重にして熱貫流率を低下させるガラスもあるが、夏季の本格的な日射遮蔽対策には、サッシとガラス性能の他に、庇やレースカーテン、ブラインド、すだれなどの遮蔽物を応用して開口部の遮蔽を行う必要がある。図6は、夏季の各種フレームの断面における温度分布図を示している⁷⁾。表1の低放射複層（A12）の場合、プラスチックサッシと金属・プラスチック複合サッシの熱貫流率は同じ値になっているが、長時間の日射を考えた場合、プラスチックサッシの断熱性能の方が優れている（表2）⁷⁾。冬季においては、サッシ性能の優劣によって結露が発生する問題があるが、サッシ素材としては温熱性能（断熱・日射遮蔽）においてプラスチックが最も優れているものと考えられる。

表1 開口部の断熱性能（熱貫流率）⁶⁾

建具の仕様	ガラスの仕様	熱貫流率 (W/m ² ・k)
(一重) 木製またはプラスチック製	低放射複層 (A 12)	2.33
	三層複層 (A 12×2)	2.33
	複層 (A 12)	2.91
	複層 (A 6)	3.49
(一重) 金属・プラスチック複合構造製	低放射複層 (A 12)	2.33
	低放射複層 (A 6)	3.49
	複層 (A 10～A 12)	3.49
	複層 (A 6)	4.07
(一重) 金属製熱遮断構造	低放射複層 (A 12)	2.91
	低放射複層 (A 6)	3.49
	複層 (A 10～A 12)	3.49
	複層 (A 6)	4.07
(一重) 金属製	低放射複層 (A 6)	4.07
	複層 (A 6)	4.65
	単板 2 枚 (A 12 以上)	4.07
	単板 2 枚 (A 12 未満)	4.65
	単板	6.51

※熱貫流率：窓や壁などの両側の気温差が1℃のとき、単位面積、単位時間あたり伝わる熱量（単位：W/m²・k）。窓サッシの断熱性を表すときには、熱貫流率が用いられる。

※（A 12）など：複層ガラスの後ろにある（A 12）などのAはAir、その後の数値はガラス間の空気層の厚さを示している。
A 12は空気層が12 mm。

7. プラスチックサッシと火災

プラスチックサッシの弱点として火災時の有毒ガス、特にダイオキシンの発生が問題にされるが、ダイオキシンの発生はプラスチックサッシの原料となるPVC（ポリ塩化ビニール樹脂）が特別に多く発生させるものではなく、木材などからもダイオキシンは検出され、現在では燃焼するものほとんどから発生するものと考えられている。イタリ

表2 フレームの種類と特性⁷⁾

フレームの種類	特性	効果
金属製（アルミ）	熱伝導率が大きく、最も吸収日射熱を室内に伝えやすい	小
金属製熱遮断構造	熱伝導率が高いアルミ部材を樹脂材料を使って室外側と室内側に熱的に分離し、熱を伝えにくくしたもの	中
金属・樹脂（木）複合	室外側は耐久性に優れたアルミ室内側は熱を伝えにくい樹脂や木を使って、熱を伝えにくくしたもの	中
樹脂・木製	熱伝導率が小さく最も吸収日射熱を室内に伝えにくい	大

アのセベッソの農薬工場の事故では、約300 gものダイオキシンがばらまかれ、約3万人が被爆したが、一人の死者もなく短期間で全治するクロルアクネ（塩素座そう）という症状が報告されただけであり、ダイオキシンの毒性についてはいろいろと議論がなされている。PVCは化学的に安定度が高く、他の素材との化学変化を起こしにくい性質があり、輸液セットや輸血バッグなどに使用される非常に安全な素材である。燃焼により、CO₂・CO（一酸化炭素）・HCL（塩化水素）が発生するものの人体に影響を及ぼす量ではなく、これらより有害なシアン化水素、アルデヒド類の発生は認められない。難燃性・自己消火性もプラスチックサッシの大きな特長となっている。不慮の火災に際しても、アルミサッシのように溶けることもなく、長時間複層ガラスを保持し続ける。

8. おわりに

プラスチックサッシは、防火性能に問題があるとされてきたが、防火対策品が次々に開発され、近年では、ビル用プラスチックサッシも開発されて、プラスチックサッシ新

■内外境界条件

気温：室外30℃ 室内25℃ 日射強度：500W/m²
表面熱伝達率：室外23W/m²/k 室内9W/m²/k

図6 各種フレーム断面における温度分布図（夏季）⁷⁾

時代の様相を示している。我が国の住宅性能の向上を考えた場合、プラスチックサッシの使命は非常に大きなものがある。特に、この度の自立循環型住宅の開口部としては、プラスチックサッシとガラス性能が大きな役割を担っているものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 内閣府ホームページ (2004 年 5 月 18 日)
- 2) プラスチック工業会, 明日を開く樹脂サッシ, 樹脂サッシ普及促進委員会編 (2000 年)
- 3) 住宅の省エネルギー基準の解説第 1 版, 材料の熱伝導率表, 136 (2002 年), 建築環境 省エネルギー機構
- 4) 住宅の設計・施工技術資料, 平成 11 年度省エネルギー基準に基づく省エネルギー, 5 (2001 年), 建築環境 省エネルギー機構
- 5) 住宅の省エネルギー基準の解説, 熱損失係数の計算に用いる開口部の熱貫流率 (K 値), 105 (2002 年), 建築環境 省エネルギー機構
- 6) 「自立循環型住宅の設計ガイドライン」第 4 章建物外皮の熱遮断技術 (応用技術の適用手法), 121 (2005 年), 建築環境 省エネルギー機構
- 7) 「自立循環型住宅の設計ガイドライン」第 4 章建物外皮の熱遮断技術 (要素技術の適用手法・2), 142 (2005 年), 建築環境 省エネルギー機構

現場からの製品提案

私は自動車メーカーにプラスチック領域のエンジニアとして従事しているものである。最近時々考えることを雑感として記してみたいと思う。車に使われるプラスチック部品は車のモデルチェンジごとに様変わりするものの、基本となる部品は変化しない。例えば、バンパーはいつになってもバンパーであるし、そのデザインこそ変化があるが、製造現場においてもプロセス上の変化はない。ものづくりの現場から自らの知恵で、大きなインパクトを与えたいと日頃より感じている。

車のボディのプラスチック化という議論をするときに、所詮鉄板部品の代替という発想で、製造コストが合わないとか、投資が高いという課題が常につきまとう。実際にものづくりに携わるもの(プラスチックの加工者)が、毎日生産活動と格闘し、プラスチック材料の良い点、悪い点を実感として最も熟知している。もっと、ものづくりの現場から、部品仕様まで踏み込んだ提案が必要であり、物を言う現場が大事なことである。製造業におけ

るコミュニケーションが一方通行でありすぎる。すなわち、今までバンパーと呼んでいたものが、もはやバンパーでないユニークな形状・仕様を現場から提案し、この車にはバンパーと呼ぶものがないというような部品があったらどんなに痛快か!

現在は、効率化という名の下に分業化が進み、あまりにも企画、設計などプランニング領域と生産現場が離れすぎている。それが、実際にものを生産している人たちが発想し、結果的に自分たちの仕事を新たに創出することになれば、プラスチックに携わるものとして、喜ばしい限りである。

単なる材料置換に過ぎなかった従来の世界から、現場からの提案でプラスチックの特性をフルに生かしたバンパーの枠組みを越える新しい部品を創り上げる世界へ。どんなに興味深いことか!

御意見番