図1 木質しや音床材構成

住宅メーカーから見た 高分子への期待

西崎 倫義／清田 芳博

Tomoyoshi Nishizaki／Yoshihiro Kiyota
積水化学工業(株)京都技術センター

1. 緒言

日本における住環境は欧米先進国に比べればまだまだ低いレベルにあるものの、近年のインフラストラクチャーの整備推進もあり、住宅の総戸数はすでに世帯数を上回るレベルになっている。また所得水準の上昇に伴い、「家」は生きるために最低限必要なシェルターとしての「箱」ではなく、自分の人生観を反映させ、自己実現のための「快適空間」である、という意識が強くなりつつある。これを受けて、住宅および住宅建材、設備機器に要求される「質」が変化しつつあり、従来の基準では捕捉しきれない部分が増えてきている。

2. 住宅部材と高分子材料

住宅には数多くの合成高分子材料が使われているが、その多くは既存の材料—例えば木材、鉄、土などを代替することで使用量を増やしてきた。安易なプラスチックへの代替も過去には多かったが、現在は高分子材料ならではの機能を生かした使われ方が増えつつあり、既存材料との住み分けが定着しつつある。

高分子材料の特性と住宅部材への適用状況を表1に示す。「腐らない」-水に対する抵抗力、耐久性が金属や木材に対する大きな差別化ポイントであり、代替の

引金になったと考えられる。一方では強度、燃焼性などの弱点があり、住宅部材へのより広範囲な適用を妨げている。しかしこれも異種材料との複合化により相互の弱点と強点をうまく組み合わせ、従来、高分子だけでは困難であった用途に応用される例も少なくない。例えば各種のライニング材料（配管類）やラミネート鋼板（屋根材など）、FRPなどの高分子系複合材料があげられる。しかしながら住宅用として高分子材料をみると、「燃える」というかなり大きな弱点がある。日本の場合、欧米に比べ防災上の規制がかなり厳しく、住宅用部材として高分子系材料を適用する際の制約が非常に大きい。屋根、外壁などの外装材には高分子材料の適用は不可であり、内装材料についても不燃・難燃化、また燃焼時の有毒ガス等の規制がある。高分子系建材の研究開発においては常に考慮しなければいけない重要なポイントである。

今後の住宅関連製品の開発にあたっては、このような経緯に加え、緒言で述べたような「家」に対する人々の意識変化と要求品質の変化を、いかに取り込んで行くかが課題となるが、その方向性を表2に示す。

これらは互いに相反する要素もあり、かつシステムや工法としてアプローチすべきものが多いが、部材レベルでこの方向性にマッチした高分子材料の使われ方の事例を紹介し、今後の住宅部材に対する高分子材料およびそれをベースにした製品開発の着眼点について示唆していきたい。

What is Expected to Polymer Materials from Housing Makers

西崎倫義 積水化学工業(株)京都技術センター（601 京都市南区上鳥羽上調子町2-2）技術企画室長兼成形技術センターヘッド（写真左）
1962年岡山大理学部化学科卒。1962年積水化学工業入社。放射線架橋高分子を用いた応用製品、金属水素化物を用いた応用製品の開発に従事。＜趣味＞囲碁五段、ゴルフ
清田芳博 同上・主任技術員（写真右）
1973年阪大基礎工学部合成化学科卒。1973年積水化学工業入社。プラスチック管材の研究開発に従事。現在の研究は高分子系複合材料およびプロセスの研究開発。＜趣味＞読書

部材	基本的性能	力	熱	火	光	音	水	薬品	他	施工	意匠	
		引張 圧縮	耐熱	断熱	耐火 耐燃	耐光 耐候	防音 制振	耐水	耐腐 食性	汚染 摩耗	軽量 可とう	シス テム
構造材料	柱、梁	×	×		×							
	屋根	×	×	○	×	○						
外装材料	外壁	×	×	○	×	○						
	雨樋						○					
建材類	デッキ材						○					
	天井			○		○						
	内装壁材			○		○						○
内装材料	床			○		○						
	建具等											
建具等	窓・採光											
	サッシ			○	○							
配線配管	電気通信											
	給・排水						○	○				
	ガス											
設備機器	空調											
	サニタリ						○					
	厨房						○					
	照明											
	情報											

表 1 住宅用部材要求機能と高分子材料の適用状況

注：■ 設計に当たって重要視される機能
 □ 設計に当たって考慮される機能
 ○ 高分子材料の特性が強く生かされている部材
 ○ 高分子材料の特性を考慮している部材
 × 高分子材料の欠点のため使用困難な部材

3. 要求品質の方向性と適用事例

3-1. 快適性一音・振動

外部の交通騒音・振動だけでなく、最近は住居における階上歩行者やきしみ音、落下音、トイレ・シャワーの音や隣の部屋の話し声などの軽微な騒音や振動に対する防音、制振性が要求される。

一般にしゃ音・制振性能を向上させるには高密度、高剛性、高内部損失という材料特性が重要といわれており、一方、吸音・防振性能の向上には高弾性化や粘性流体としての空気層の利用が有効で気泡構造を有する低密度多孔材料が望まれる。もともと内部損失の大きい高分子材料はそれをベースに充てん材等のブレンドや複合化、発泡化手法により双方の要求に対応できることから防音材料として幅広く使用されている。床材については集合住宅だけでなく一戸建て住宅においても健康および自然指向の高まりとメンテナンスの容易さから木質床が増えつつある。上下2室間の床衝撃音に対するしゃ断性能レベルは L 値で表現される¹⁾。現在、実用化されている製品は、床衝撃音として重いものを落とした場合の重量衝撃音に対し L50~55、硬くて軽いものを落とした場合の軽量衝撃音で L45~50 レベルであり、さらに高性能な床材開発が要求されている。基本的な製品構成はエラストマー、繊維材料、無機物高充てん樹脂や発泡プラスチックなどを合板と積層したもので（図1）、衝撃エネルギーを材料のせん断変形や圧縮変形により熱エネルギーの形で吸収しやすい構造に設計されている。床材の場合にはしゃ音と同時に断熱性、防水性、施工時のレベリング調整の容易性などの要求品質があるが、発泡ポリエチレンを中心とする高分子材料の複層部材は極めて高い総合特性を発揮する。

表 2 住宅(部材)の方向性

トレンド	要求品質	キーポイント
1) 快適性	住空間の保護と快適性の制御	音・振動、温・湿度、光、汚染物、他生物
2) 高級感	ステイタスシンボル 資産価値が高い	本物指向、自然指向、高意匠、高機能 (HA)
3) 保全性 信頼性	高期間機能性能が維持される	防火・防災・防犯 長期耐久性
4) 可変性	ライフスタイル 変化に対応可能	可動や張替可能部材 設備ユニット化
5) 施工性	熟練工不足対応	工場生産、簡易施工 軽量化、メンテフリー

3-2. 快適性一温・湿度

空調機器の開発が進み、各家庭においても複数個のエアコンの存在が珍しくなくなった。一方、エネルギー問題や地球環境問題を契機として省エネルギーは一つの社会的ニーズになってきた。そこで省エネタイプの空調機器開発と併せて、空調に対するエネルギー効率の良い住宅設計、部材設計が必要になってくる。また現在の空気温度を主としてコントロールする空調機器は人間の健康に必ずしも良くないと言われており、より健康的な空調システムは空間を構成する部材の湿度呼吸性、蓄熱性、断熱性、赤外線放射特性等を考慮した総合的な空間設計が必要である。

断熱材としての高分子の利用の歴史は古く、住宅用に限らず大量に使用されている。防災上不燃を必要とされる壁関係はグラスウール等の無機系のものの使用が多いが作業性、防水性、結露対策等の問題もあり、不燃性のプラスチックフォームの出現は大いに期待されている。耐水性、防水性を要求される高湿な浴室の天井などは吸水性の少ない高分子系断熱材が使用される。無機充てん剤や難燃剤を練り込み発泡させたシートを剛板とを熱融着した準不燃あるいは不燃の屋根用

図2 PVC製二重窓サッシ構造

材料もあり、金属屋根の夏のしゃ熱と冬場の結露防止機能を果たしている。

住宅の給水、給湯、空調分野の配管材の断熱一保温・保冷・凍結防止用の発泡プラスチックの使われ方も定着している。架橋PE、ポリウレタンが筒状に連続押出発泡成形され、ワンタッチでパイプに取り付けられるものが多く、優れた断熱性能と施工の容易さが相まって広く使用されている。

住居の空調・断熱を考える際、開口部一採光上欠かせないガラス窓の存在というのはやっかいなものである。特に寒冷地においては窓部の断熱効果を上げるため複層ガラス窓や二重窓が採用されている。窓のサッシが通常のアルミ製の場合、サッシ部がヒートブリッジを形成して、暖房効率が悪く、さらにサッシ部の結露による壁材、躯体への悪影響があるため、PVC製の窓枠の使用が日本でも急速に増加してきた。日本では消防法の関係で制約があるが、二重窓の内窓として、北海道では6割以上、東北地方でも3割程度使用されている。サッシの構造と断熱性能比較を図2、表3に示す。最近ではシール用エラストマーとの同時押出や耐候性向上のためアクリル系樹脂との共押出なども行われているが、今後とも寸法精度、表面意匠性、耐候性の向上が必要であると考えられる。

3-3. 高級感—自然指向, 重厚感

住宅の高級指向は設備機能面でのハイテク化と外観部品—建材などの自然・天然指向により構成されることが多い。壁や床、内装部品に使われる天然の石や木の与えてくれる独特の肌触りや重厚感に「高級感」—金をかける価値を見いだしているのが最近の動向である。一般的に高分子材料系の建材類は従来の天

表3 PVC製二重窓サッシ断熱性能²⁾

窓種類	断熱性能/kcal (m ² ・hr・°C) ⁻¹
3mm 単層(ガラス)	5.4~5.9
アルミサッシ(複層ガラス)	3.0~3.5
アルミ+アルミサッシ(二重窓)	2.6~3.0
アルミ+PVCサッシ(二重窓)	2.2~2.3

然材料を、「安い(大量生産、加工・施工が容易)」「軽く強い」という側面から代替していった経緯もあり、このような住宅の高級指向とは相反する材料であったことは事実である。

玄関周りなどでは高級感を付与できるものとして天然石材や陶器質タイルの利用が増加している。その背景には、板材、タイル用としての大判化、薄肉化加工ができ、意匠および施工面での利点が増えたこともあるが、高分子系の優れた特性をもつ接着剤の役割も大きい。すなわちタイル、天然石材を膨張係数の異なる下地に対し、容易に貼付け施工でき、かつ温度、湿度、震動などの環境要因によりはく離することのない高性能弾性接着剤ができたからである。弾性成分としての変性シリコン樹脂と強度補強用のエポキシ樹脂および触媒をブレンドすると常温硬化反応により、シリコンが海、エポキシが島となったマイクロ相分離構造が形成される。変性シリコンの末端付近の官能基とエポキシ樹脂との反応が海島界面の接着に寄与し、高い伸びを有する強靱な硬化物が得られる。粘度調整により工場接着、現場施工両方に対応可能で、無溶剤のため易施工化のニーズにもマッチするものである。接着剤だけでなく、接続部の目地材やシーリング材などは高級化—天然および窯業系材料採用の流れのなかで、高分子材料ならではの機能を発揮しており、一つのあり方を示している。すなわち各種材料に対する親和性や施工性を支配する粘弾性や後硬化性など、高分子の設計により幅広く制御できる点は他の材料にはない持ち味といえる。

もう一つの高級指向—自然指向に対する高分子のあり方として、天然ライクな素材づくりがあるが、その代表的なものが人造大理石で、高級バス、洗面カウンターなどでの使用が増えている。樹脂成形品なので天然石に比べ形状の自由度が高く安価であり、外観的にも天然大理石のような意匠のものから独特の高級感—光沢、深み、肌触りを有するものまでできている。樹脂としては不飽和ポリエステルやアクリル樹脂をベースに炭酸カルシウムなどの無機充填材や補強材を多量配合し注型あるいはプレスにて成形するのが一般的なようである。耐熱水性、耐薬品性、耐衝撃性、耐擦過性、耐汚染性等の品質レベルは天然大理石よりも高い

図3 さや管ヘッダー配管システム

だけに、今後の検討しだいでは意匠性の面でも天然石を超えた高級な新素材製品になる可能性は大きい。

3-4. 施工性

近年、住宅建築土木関連業界は慢性的な人手不足状態にあり、特に熟練工一左官、大工、配管工などの不足と高齢化が著しく、工賃の上昇と工期の遅延が起こっている。このような状況下で住宅ではプレハブ化が進められ、建築土木用部材についても、工場生産比率を高めかつ現場での施工をより容易にする努力が必要となっている。イーゼータッチの組立、接続システムや工法、同時に現場作業の軽減のため部材の軽量化が進展している。さらに設備類のメンテナンスフリー化と同時に、容易に部品等の交換が可能なイーゼーメンテナンス化が設備仕様や工法にまで適用されつつある。これらの動向のなかで高分子材料の特性を生かした適用例として、集合住宅の給水、給湯配管のさや管ヘッダーシステムを紹介する。

このシステムは図3に示すように配管分配装置（ヘッダー）から各種配管をタコ足状に分岐布設し各機器、器具毎に単独接続するものである。給水や給湯用としてヘッダーから直接機器に接続する管材料は可とう性の樹脂管であり現在実用化されているものは架橋ポリエチレン管、ポリブテン管、アルミニウム補強架橋ポリエチレン管などである。この方法はヘッダーと機器を長尺の管でつなぐことから、施工トラブルの起こりやすいねじ込みなどの接続部分が少なく、配管工数の削減と信頼性の高い配管システムができる。また使用される樹脂管は当然ながら鋼管、銅管に比べ軽量のため施工作業量の低減、建物の構造強度の低減にも寄与している。施工と同時に更新の容易性のためこれらの管は床の下に設置された鞘（さや）管とよばれる蛇腹状の樹脂管（PVC、PE等）の中を通して配管さ

れる。配管の老朽化により取り替える際は中の管を引きずり出して入れ換えれば良く、床や壁を剥ぐことなく容易にメンテナンスができるシステムである。

新築および更新時の施工の簡略化や部材の軽量化は配管だけでなく、建材、機器類にも要求されており、高分子材料の住宅建築分野への展開にあたっては、易成形性を生かした接続部の設計の提案や、他素材に比べて軽量で、かつ発泡、繊維強化等の手段を組み合わせることで比強度の高い材料の設計などが考えられる。

4. まとめ

最後に住宅メーカーの視点から高分子材料に期待するキーワードを述べてまとめとする。

- 1) 住宅は「顧客に対し長期信頼性を買って戴く商品」であり、見えない部位に意外なコストをかけている。
[キーワード] メンテフリー、軽量可とう、耐腐食、長期耐候性、異種材料接合
- 2) 住宅は「顧客に対し自己実現と生活空間の夢の実現を買って戴く商品」であり、自己主張ができるモノに相応の価値を認める面がある。
[キーワード] 呼吸性材料、蓄熱性材料、面発熱、面発光、調光材料、しゃ音吸音制振
- 3) 住宅は「エネルギー、廃棄物、地球環境問題に適合する商品」であり続けるため、今後も努力が継続される。
[キーワード] 省エネルギー、省資源、長寿命化、リサイクル

文 献

- 1) JIS A 1418: 建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法
- 2) JIS A 4710: 建具の断熱性能試験方法