

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 イム・ケビン

本論文は、環境に優しい「呼吸する壁材」を開発し、その有効性を検証するものである。現在、日本の人口の約 30%がなんらかのアレルギー症状に悩まされている。その原因のひとつに、居住環境に起因するアレルゲンの存在がある。近年、住居に内因するアレルゲンの増加が指摘されているが、ゴミやダニなどの物理的・生物的な要因に加えて、ホルムアルデヒドなどの化学物質の存在が顕在化し、いわゆるシックハウス症候群が社会的な問題になっている。また、日本の夏はとりわけ高温多湿で、その一方、冬は寒く、極度の乾燥状態になる。こうした極端な居住環境の変化は、単に不愉快であるだけでなく、体調に変化を来しやすい。空調設備の普及に伴い、一年中、人工的な環境の下で生活する人が増えているが、こうした環境を実現するためには、多くの電力や燃料を必要とする。古来、日本の伝統的な家屋は、素材に自然の材料を用い、環境に優しい建築を作ってきたが、その資源の活用方法や再利用の在り方が、持続的な社会の構築の観点から再評価されている。とりわけ、壁や屋根などの天然素材は、外部の気候や室内の環境条件にしたがって、パッシブにその性状が変化し、柔軟に環境の変化に対応できるという特性がある。新建材に代表されるような建築素材は、その製作に多大なエネルギーを消費するのみならず、接着剤や防腐剤、塗料など人体に有害な揮発性有機化合物を多く含み、建物が完成後も長期に渡って有害物質を放射し続けている。持続可能な社会を創成する観点から、人体に無害で、繰り返し使用できる建材が求められているが、現実的には、そうした要請は大量生産される工業製品とは品質面や価格面で相容れない場合が多く、実現するのが難しい状況にある。

本論文は、ケナフとシリカゲルという、ふたつの有機質と無機質の物性に着目し、それらの素材の特徴を活かした建材を作り、日本の環境条件に合致した、パッシブに呼吸可能な壁材の開発をめざすものであるが、そこでは日本の伝統的な和紙製造技術が用いられ、省エネルギーで環境に優しいものになっている。

論文は 8 章からなっている。

第 1 章は、なぜこのような新素材の開発を始めたかという動機と、問題意識について述べている。

第 2 章は、シックハウス症候群の原因物質についてまとめてあり、環境に優しい新建材が満たすべき要件として、夏に湿気を吸収し、冬に湿気を放出し、かつ、室内からアレルゲンを除去する性質が重要であるとしている。

第 3 章は、日本の高温多湿な気候に適応した呼吸するパッシブな吸着性をもつ建材の可能性についての検討である。五つのタイプの素材の組み合わせについて、理論上の評価、検討、実験を行った結果、ケナフ繊維とシリカゲルの合成物が本研究の目的を達成するために最も適切な組み合わせであるとの結論を得ている。

第 4 章は、さまざまなタイプのシリカゲルの特性についてのまとめで、湿気の吸着、放散に加えて、化学的な汚染物質の分解性能について言及している。最近開発された“シリカゲルタイプ B”や“TiO₂シリカゲル”と“アンチモン/ポルフィリンシリカゲル”といった光触媒効果を有する新しいタイプのものについても解説している。

第 5 章は、ケナフシリカゲルの特性分析で、吸着等温線テスト (N₂、水、VOC - ベンゼン、トルエン、キシレン) をガス吸着量測定装置を用いて行っている。等温線のタイプ IV に属するシリカゲルがほとんどで、これらの孔のサイズはメソポアである。タイプ I でマイクロポアの活性炭と比較して、シリカゲルがより吸着能力を有し、湿度を 60% に調整する能力があり、室内の壁面に使用するのに適

していることを示している。

第6章は、和紙の製造技術を活用した壁材（ケナフシリカゲル紙）の製造過程についての解説である。製紙中に、水の浸入により細粒が破碎され、孔が溶解性糊によりふさがれ、細粒はその重さにより製紙用シンクの底に沈降するという現象が起きるが、その対策として、二つの異なる製造方法を考案している。一つは、0.05-0.15mmのシリカゲルの粒を二層のケナフ不織布でサンドイッチ状に挟んだものである。もう一つは、ケナフと楮とシリカゲルの混合物をベースとするもので、楮の表面浮力がシリカゲルの沈殿を防ぎ、紙の中にシリカゲルが滲き込まれている。

第7章は、ケナフシリカゲル紙を用いた壁面のデザインとその用途についての考察である。単に室内用の壁材として使用するだけでなく、可動性壁面やスクリーン、天井板、障子、家具やランプシェードなど、広範な用途に使用することができることを示している。

第8章は、全体の結論と今後の研究の方向性についてのまとめで、本研究により、一定の性能を有する「呼吸する壁材」の試作品が開発され、その使用により、不愉快で不健康な居住環境が改善される可能性があることが示されたとしている。

以上要するに、本論文はパッシブに呼吸する壁材という、日本の伝統的な家屋に特有な性質に着目し、それをより効果的、効率的に現代に再現する素材の開発をはかった研究で、その第一歩となる試作品を製作したものである。改良すべき点は多々あるが、極めてユニークな発想の元に、和紙の製作技術という伝統的な技法を用いて、有機物であるケナフと無機物であるシリカゲルとを融合し、一定水準の製品を得ている。本論文で示された快適な住環境を素材のレベルから実現しようとする試みは、これからの持続的な居住文化を考える上で重要な指摘を含んでいて、建築計画学の分野における新たな方法論を予感させるものがあり、その意義は極めて大きいと判断される。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。