

学位論文内容の要旨

北海道科学大学大学院工学研究科

工学専攻

博士後期課程

小松 幸雄

ホタテ貝殻利活用による建材開発と施工方法に関する研究

国内におけるホタテ貝の水揚げ量は、北海道が最も多い。全国的に需要が高い水産物であるが、多量の水産廃棄物が発生することに特徴があり、ホタテ貝殻は水産廃棄物全体の約4割を占めている。このようなホタテ貝殻は、廃棄物としての処理が滞っている。堆積場で放置されている様子が散見されることから、ホタテ貝殻の利活用を推進していくことが重要である。ホタテ貝殻は、焼成・粉末化してチョーク、砂の代替品、コンクリートやモルタルの骨材、さらには、抗カビ効果や防臭効果を期待して洗剤等のフィラーとして利活用されている。しかし、廃棄物の発生量が利活用する量に比べて圧倒的に多く、堆積場で放置されるホタテ貝殻が減少していないのが現状である。特に、土木資材や建材での利活用が進んでおらず、これらの分野において大量のホタテ貝殻を利活用する手法の確立が望まれる。

このような背景から本論文では、ホタテ貝殻の利活用促進を目的として、ホタテ貝殻粉末を用いた建築物の内装材および外装材の開発を行うとともに、ホタテ貝殻粉末を用いた外装材が適用可能な木造住宅の湿式外張り断熱外装システムの開発を行った。

本論文は、第1章から第7章で構成される。

第1章は序論であり、研究の背景、既往の研究、本研究の位置づけと目的、および本論文の構成を示している。

第2章では、ホタテ貝殻粉末を用いた内装用塗り壁材の開発に関して示している。既往の研究によると、ホタテ貝殻粉末を1,000℃で焼成すると粉末を消臭することが可能であり、消石灰に組成が変化することからホルムアルデヒド吸着効果や抗カビ効果の機能を発揮することが明らかとなっている。しかし、焼成温度が高温であり、高コスト化は避けられない。このようなことから本章では、400℃で焼成したホタテ貝殻粉末を用いた内装用塗り壁材の開発を行った。ホタテ貝殻粉末を骨材として用いた内装材としての調合を検討し、その理化学的特性を把握するための各種試験を行った結果、抗カビ効果および不快臭除去効果のような機能性材料としての性能を有していることが明らかとなった。

第3章では、ホタテ貝殻粉末を用いた既調合外装モルタルを開発した。木造住宅の外装材は窯業系サイディングが普及しているものの、モルタル外装のニーズも依然として多く存在している。本章では、ホタテ貝殻粉末を外装材に使用することを考慮し、低コストとなる非焼成ホタテ貝殻粉末を用いた既調合外装モルタルを開発した。非焼成ホタテ貝殻粉末はモルタルの骨材として利用することとし、製品価格および施工性について検討した。その結果、適正な価格帯で既調合モルタルを開発することができ、漆喰壁のような白色の外装仕上げが実現できた。また、施工してから9年経過した外装モルタルを調査した結果、防水に対して致命的な亀裂等は確認されなかった。

第4章では、始めに、ホタテ貝殻粉末を用いた樹脂モルタルの開発を行った。外張り付加断熱工法の場合、躯体の屋外側に厚い断熱材が配置されることから、開口部の雨仕舞いやデザイン等を考慮すると外装材は薄い方が望ましい。従って、厚さ4mm程度の樹脂モルタル仕上げは窯業系サイディングに比べてメリットが大きい。本章では、ドイツで普及している樹脂モルタルの技術を参考にしてホタテ貝殻粉末を用いた樹脂モルタルの開発を行った。次に、樹脂モルタル仕上げの場合、外装材と断熱材との間に通気層を設けることができないことから、通気層に代わる雨水の排水層を外壁の中に設ける必要がある。本章では、EPSの裏面に排水溝を設けた湿式外張り断熱システムの試験体を対象に、排水・防水実験を行った。EPS裏面の排水溝は、縦型と斜め格子型の2種類とした。排水実験では、EPS裏面の排水溝に着色した水を流し込んで室内への漏水状況を確認した。その結果、いずれの排水溝においても室内への漏水は確認されず、外壁下端から屋外側に排水されることを確認した。排水溝の違いについて、縦溝の場合は、EPSの接合部で縦溝が若干ずれることによって水が滞留する箇所が形成された。これに対し、斜め格子型の場合をみると、水が滞留する箇所がなく、円滑に排水されることがわかった。次に、試験体の外側から散水あるいは散水と圧力を同時に作用させる防水実験を行った結果、開口部の端部やビス穴からの漏水が確認されたものの、EPS裏面の排水溝を通過して屋外側に排水されることが明らかとなった。

第5章では、EPS裏面における排水溝の形成手法を開発した。第4章で対象とした排水溝は人力で作製したが、排水溝を有するEPSの生産性向上・合理化のためには工場での量産が必須である。本章では、第4章で明らかとなった望ましい排水溝形状である斜め格子状と同等の排水性能が得られ、さらに、工場で量産可能な排水溝形状を検討した。その結果、直径60mm、高さ1.5mmの円柱状の突起を72mm間隔で作製するプレス加工手法を開発した。この円柱状の突起の間が深さ1.5mmの排水溝となる。このように加工したEPSの排水性能を把握するため、排水・防水試験を行った。その結果、開口部の端部やビス穴からの漏水が確認されたものの、室内側に漏水することなくEPS裏面から屋外側に排水されることが明らかとなった。

第6章では、湿式外張り断熱システムにおける防火性能の向上に関して実験的な検討を行った。木造住宅における延焼のおそれのある部分の外壁は、非損傷性と遮熱性を有

する防火構造にする必要がある。湿式外張り断熱システムの場合、断熱材から燃焼が始まり消失することから、火災が発生してから数分で外壁が脱落する可能性がある。本章では、EPS が消失しても外装材が脱落しない工法を開発し、防火実験によって湿式外張り断熱システムの防火性能を試験体に基づいて検証した。その結果、EPS の厚さが 150 mm の場合、EPS が燃焼すると試験体の温度が急上昇したものの、消失直後に外壁が脱落せず、30 分間の非損傷性および遮熱性を有していることが明らかとなった。

第 7 章は結論であり、各章のまとめと今後の課題を示した。

本論文の成果は、現在普及している窯業系サイディングと通気層を組み合わせた外装システムだけでなく、廃棄物となっているホタテ貝殻を有効活用しながら薄い外張り外装でも雨仕舞いが可能であるという観点から合理的な外装システムであり、外装デザインの選択肢を広げることにつながることに繋がるとともに、持続可能な社会の構築に寄与できることから、技術的・社会的に有益なものであると考える。