

地域性を有する産業副産物及び無機粉体を用いた高性能塗料の開発

京都大学 ○友寄 篤 1*

キーワード1 キーワード2 キーワード3
キーワード4 キーワード5 キーワード6

研究の目的

資源小国と言われる日本では、工業原料としての石灰石（炭カル）や珪石（シリカ）を除けば多くを輸入に頼っている。最近の世界情勢を踏まえると食糧やエネルギーに限らず、建設資材もできる限り国産資源を使うことが望ましい。環境負荷低減、森林保護などの観点から国産木材の利用促進が進められているところであるが、建設材料として用いられている輸入起源の代表的無機材料としては国内では産出されないボーキサイトを原料とするアルミナ（酸化アルミニウム）が挙げられる。ボーキサイトからエネルギーをかけて製造されるアルミナは、硬さ・化学的安定性・高融点などの特性を持ち、耐火物やセラミックス、水性塗料などに使われている。水性塗料は油性塗料と比べると紫外線による劣化が生じにくく、安全であるために屋外屋内を問わず建築物や土木構造物の保護や美観のために使われている。

この 200 円/kg 程度で流通しているアルミナに代替可能性のある国内資源として、国内起源の産業副産物を使用することができれば、環境負荷の低減だけでなく、地域経済に与える影響も大きい。伝統的な風景を形成してきた瓦が高い耐久性を持つのは、土地の粘土を原料とした高温焼成という製造法によるが、冷却過程でひび割れなどの規格外品（副産物）が生じる。この規格外瓦も化学的には安定しており、水性塗料の原料としては十分に利用できる可能性がある。

本研究では、これら地域性を有する産業副産物や無機粉体の特性を活かした水性塗料を開発し、性能評価を行った上で付加価値を与えることを目的とする。地域性を有する水性無機塗料の製造可能性が示されれば、建設材料の自給自足に貢献するだけでなく、衰退する地方経済の活性化にも貢献する。

研究の内容

島根県で製造されている石州瓦規格外微粉末と愛知県で製造されている三州瓦規格外微粉末のレーザー回折式粒度分布測定装置の結果を図1に示す。篩で分級しているために、上限のカットポイントは綺麗に分級されていることがわかる。また、2mm 以下の三州瓦微粉末の窒素吸着

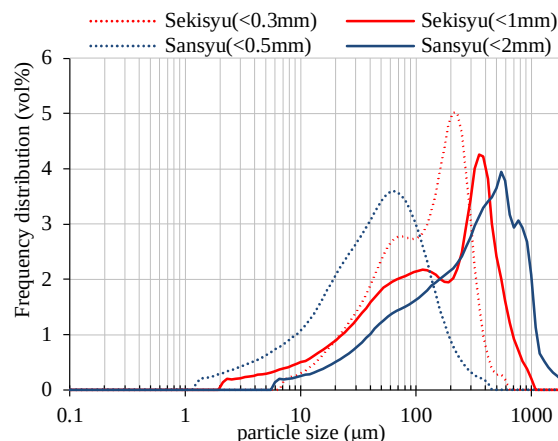


図1 瓦微粉末の粒度分布

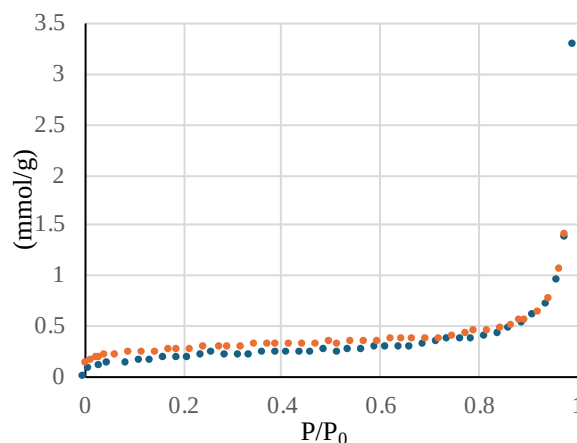


図2 三州瓦微粉末の吸着等温線

等温線を図2に示す。これまでのコンクリート分野における検討では細孔を有し多孔質であるため内部養生効果があるとされてきたが低相対圧での BET プロットから求めた比表面積は 0.73m²/g であった。平均粒径 2mm 以下の砂として考えると比表面積は大きいと言えるが、一般的に吸着能があるとされる活性炭よりはかなり小さい値となった。図4に越前瓦微粉末の SEM 画像を示す。1μm 以下の粒子が表面に付着をしているものの、μアンダーの細孔はあまり観察されず、これは石州瓦、三州瓦でも同じ傾向であった。

規格外瓦微粉末を用いた塗膜表面が、平滑でありガス吸

表 1 暴露前と暴露 8 ヶ月の引張試験と色差試験の結果

	引張試験 (MPa)		L*			a*			b*			色差
	前	後	前	後	ΔL^*	前	後	Δa^*	前	後	Δb^*	ΔE^*
グレー	1.90	1.85	43.91	53.51	9.6	0.26	0.1	-0.16	3.01	3.58	0.57	9.61
薄	2.10	2.05	60.73	66.34	5.61	10.11	7.91	-2.20	18.98	15.96	-3.01	6.74
濃	1.90	2.25	44.86	53.44	8.58	15.96	13.14	-2.82	18.16	16.50	-1.66	9.18

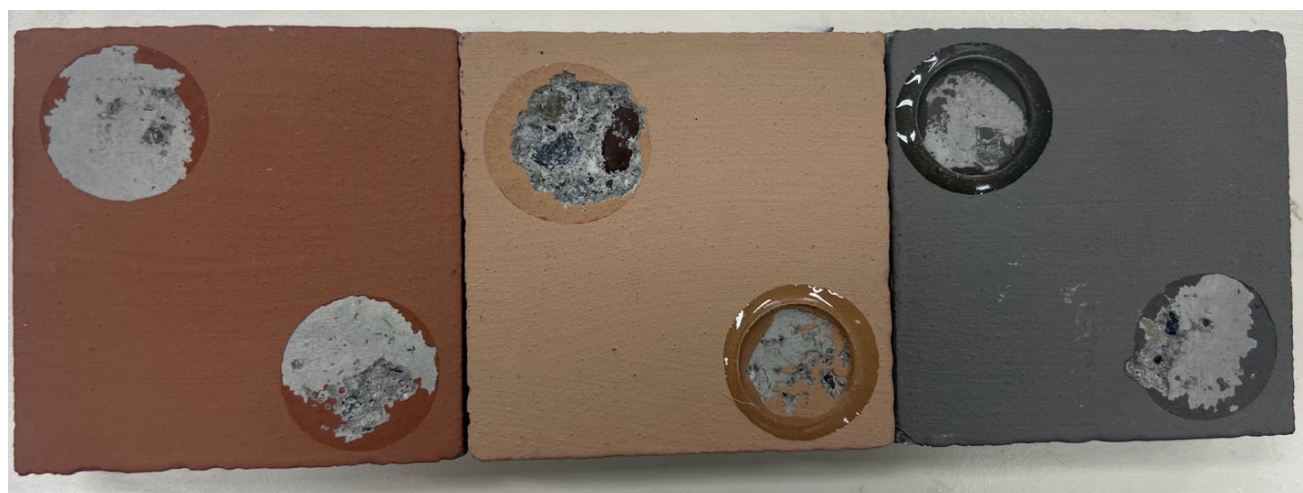


図 3 引張試験後のテストピース 左：濃／中：薄／右：グレー

着も少ないことから、内部用の機能性塗料ではなく外部用の塗料としての適正を検証するために、屋外暴露試験を実施した。愛知県三河安城市のマンション外壁に実際に顔料によって調整した 3 色の塗料を施工し、同マンションの共用部に同じ塗料によるテストピースを設置、テストピースは最も条件の厳しい垂直上向きで暴露試験を実施した。全て 0.5mm 以下の三州瓦微粉末を 15% 配合した。暴露前および暴露約 8 ヶ月後に塗膜付着力試験を実施し、色差を測定した。暴露前および暴露後の引張試験と色差試験の結果を表 5 に示す。また、付着力試験後の試験体写真を図 12 に示す。引張試験後のテストピースでは、下地コンクリートの粗骨材が見えており、コンクリートの引張強度によって試験が終了したことが分かり、塗膜の付着力には問題ないことが確認された。また、無彩色のグレーの塗膜では、 a^* と b^* のいずれも変化が小さく、暴露した範囲では有害な変色が見られない結果であったと言える。その一方で ΔL^* が大きくなっており、色差 ΔE^* もほぼ ΔL と連動しているが、暴露 8 ヶ月ではチョーキングなどは確認されておらず、大気中の汚れや油分などが付着したことにより、明るさが増した可能性が考えられる。薄めと濃いめの暖色系の塗膜では、 a^* と b^* がいずれも低下し、赤みと黄色みが下がっているが、目視では明確な劣化が生じているようには見えなかった。3 色全体の傾向としては、色差 ΔE^* がほぼ ΔL の変化に対応しているが、

暴露 8 ヶ月という初期の傾向であるために、今後の観察を続ける必要がある。

研究の成果、新発見

規格外瓦微粉末を水性無機塗料の原料として用いた場合に、粒度分布や産地によらず、瓦微粉末 25%、コロイダルシリカ 20~25%、着色無機顔料 20%、アクリル樹脂 20%、その他約 10%という配合で健全な塗膜が形成され、フィラーとしての 200 円/kg 程度で流通するアルミナに瓦微粉末を置換することができた。内装塗料としての消臭性能や VOC 吸着性能は、一般的な水性無機塗料やビニールクロスに比べて向上しなかったものの、より平滑な塗膜表面が形成されていた。また、外装塗料としてマンションの外壁に試験施工して暴露試験 8 ヶ月が経過した範囲では、問題ない結果が得られており、今後の結果も期待できる。