

都市ごみを原料とした人工石の建設材料としての利用の可能性

Study on the Possibility of Using Artificial Stone from MSW for Construction Material

北辻政文*，曾我義貞**，梅本真鶴***

KITATSUJI masafumi , SOGA Yoshisada , UMEMOTO Maturu

1. はじめに

資源循環型社会の構築を目指す 21 世紀において廃棄物の減容およびその適正処理は、極めて重要な課題となっている。対策の一つとして廃棄物の溶融スラグ化技術は、有望視されており、多くのプラントメーカーにおいて、溶融炉の技術開発が進められている。この技術は、焼却灰に含まれる重金属の溶出防止、ダイオキシン等の有害物質の無害化およびスラグの建設材料への有効利用が主な目的である。著者らは、これまでごみ溶融スラグのコンクリート用骨材としての利用について研究を行い、スラグが骨材として利用可能であることを明らかにした。本研究では、ごみ焼却灰を 1,500 の高温で溶融し、マグマ状の高温溶融物をゆっくり冷却、結晶化させた人工石について建設資材としての利用の可能性を検討したものである。

一方、建設事業は“環境と調和への配慮した事業”が重要視され、生態系に配慮するために天然石を建設資材として利用することが多くなってきている。しかし、材料コストは、コンクリートの場合に比べ割高となり、施工期間も長くなっている。これは石材として利用する石の確保が困難なことと、その加工に手間がかかることによる。人工石は高温溶融物(液体)を固めたものであり、その形状および大きさはモールドの形状を変えることにより自由に作製できるため加工コストの低減が可能となる。また、硬化過程において、植物の成長に必要なミネラル等をトッピングができることから生態系にやさしい資材となりうる可能性がある。本研究では、ミネラルとして FeO を用いた人工石の漁礁材へ応用した事例を中心に紹介する。

2. 人工石の製造方法および品質

溶融炉は直流電気抵抗式で、ジュール熱を熱源とし、溶融物の粘度および炉内還元雰囲気調整を目的として、通常、ごみ焼却灰 1t 当たり約 90kg のドロマイトと約 10~20kg のコークスが副資材として炉内に投入されている。これにより炉内は高温還元雰囲気となり、溶融物中の金属や塩素含有量を少なくすることが可能となる。今回は、ドロマイトの代わりにホタテ貝殻を使用した。貝殻は 90~95% が CaCO_3 であり、ドロマイトや石灰石と同様の効果が期待できると同時に水産業からの廃棄物の有効利用の観点から選定した。ホタテ貝殻は青森県だけでも年間 5 万 t が発生している。約 1,500 の溶融物を 45×45×40cm(小型)および 90×90×45cm(大型)となるような鑄型に流し込んだ。その



写真-1 試作した人工石
Artificial stone trial product

*宮城県農業短期大学 (Miyagi Agricultural College), **大平洋金属(株) (Pacific Metals Co.,Ltd),

***富士電機 (株) (Fuji Electric Co.,Ltd)

表-1 化学組成 Chemical compositions of artificial stone

	化 学 成 分 (%)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	T-Fe	CaO	MgO	T-S	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cl
M0	33.50	23.43	0.07	33.08	4.12	0.72	1.96	0.32	1.07	0.06	0.10	0.02
M2	31.76	22.68	1.82	33.40	3.69	0.68	1.88	0.28	1.08	0.08	0.12	0.04
M5	30.07	21.79	5.46	32.11	3.54	0.66	1.65	0.23	0.88	0.07	0.14	0.10
M7	30.17	21.90	5.92	32.26	3.53	0.68	1.75	0.25	0.96	0.07	0.16	0.10

際, FeO を主成分とするミルスケールを外割で 0,2,5 および 7% (以下順に M0,M2,M5,M7 という)添加した。冷却は空气中で自然冷却とした。出来上がった人工石の概観, 化学成分をそれぞれ写真-1, 表-1 に示す。色調は黒色で, 表面は凹凸があり, 気泡も散見される。化学組成は, SiO₂, Al₂O₃, CaO の割合が大きく, 組成鉱物はゲーレナイトであった。またミルスケールの添加量の違いにより鉄の含有割合が異なっている。表には示していないが重金属の含有量も極めて少なく, その溶出量も土壌環境基準以下であった。

表-2 は M0 の物理試験結果を示したものである。人工石は強度が高く, 重い特徴を有し, 石材 (JIS) の規格値と比較すると硬石に分類されることがわかる。

3. 建設材料への応用

人工石を青森県内の3箇所の漁港にそれぞれ設置し海藻類の着床状況を確認した。一例を写真-2に示す。比較のためにコンクリートブロックも設置したが, 設置後1ヶ月の観察では, コンクリートブロックには藻類がなかったのに比べ, 人工石には明らかに藻類の着床が見られた。また, 鉄分の含有量と藻類の着床量との関係を明確にするまでのデータは取れなかったが, 今後調査する予定である。

写真-3 は, 河川の護岸工事へ応用するためにジオテキスタイルに球形の人工石を貼り付けたものである。玉石の代替材料を想定した。工場生産することにより工期の大幅な短縮が可能であると考えられる。

4. おわりに

本研究は, 廃棄物の有効利用を行うことのみならず, 多自然型工法や磯やけなどに対応できる建設資材を作製するものであり, 環境の保全に積極的に働きかけることができると考えられる。今後石材の安定的な製造技術の確立と, 生態系への効果について明確なデータを取る予定である。

本研究に際し, 青森県農林水産部, (株)東洋興産の協力を得た。また(財)環境事業団の助成金により行われた。ここに記してお礼申し上げます。

表-2 物理的性質 Physical properties

種類	圧縮強度 (N/mm ²)	参考値		
		吸水率 (%)	密度 (kg/l)	
M0	83	0.50	2.88	
JIS A 5003 (石材)	硬石	49	5	2.7 ~ 2.5
	準硬石	49 ~ 9.8	5 ~ 15	2.5 ~ 2.0
	軟石	9.8	15	2.0



写真-2 人工石に着いた海藻類
Seaweed was implanted in the artificial stone.



写真-3 人工石を用いた護岸材料
Revetment material using the artificial stone