

石炭灰(炉底灰)の建設材料としての利用の可能性

Possibility of Coal ash(Clinker ash) as Construction Material

北辻政文* 富田道久* 岩佐郁夫** 千葉克己** 千田智幸**
Masafumi KITATSUJI, Mitihisa TOMITA, Ikuo IWASA, Katsumi CHIBA, Tomoyuki CHIDA

研究の背景・目的

今日、廃棄物の再利用を含めた適正処理は、わが国の重要な課題である。1996年現在、わが国の廃棄物総量は約4億5,000万tであり、その中、再生利用量ならびに減量化量を除いた最終処分量は約8,000万tである。

一方、建設産業は、年間約10億tもの資材を消費しており、リサイクル材の受け入れが可能となれば、資源循環型社会の構築に大きな役割を担うことになる。

ここでは、熱源や電力源としてタイヤ工場で利用されている石炭ならびにタイヤチップの混焼により得られる焼却灰(クリンカーアッシュ：以下、炉底灰という)について、その性質を活かせる利用方法の検討と基礎的実験を行ったので、報告する。

炉底灰の理化学的性質

炉底灰には石炭7に対しタイヤチップ3の割合で混焼するため、カーボンと鉄線が含まれる。針状の鉄線はハンドリングの際に危険なため、供試材から磁選機を用いて除去した。

物理性は、大部分が10mm以下の粒状で多孔質であり、色は灰白色であるが、燃え残りのカーボンや鉄分により多少変化する。粒度分布は、0.1～5mmの範囲に約8割を占める。ここでは、粒径が4.75mm以下の炉底灰を研究の対象とした。真比重は、1.5～1.6、単位容積質量は約0.73kg/lであり、普通の土と比較し、軽いうえに空隙の多いことが判る。

化学組成を表1に示す。SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃の3成分で9割以上を占め、他成分は微量である。また、建設材料として利用するためには、その品質と共に環境安全性が確保されなければならない。炉底灰は900以上の高温工程を経るため有機系の有害物質は残留しないが、微量の重金属を含む可能性がある。表2に環境庁告示第46号による重金属の溶出試験

表1 炉底灰の化学組成(質量%) Chemical compositions of the clinker ash

Ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Cl
4.7	55.2	13.5	22.0	1.9	0.6	0.0	0.3	0.2	1.6	0.0	0.0

表2 重金属の溶出および含有率試験結果 Result of elution test and content

	Hg	Cd	Pb	As	Cr ⁶⁺	Se	Cu
溶出量(mg/l)	< 0.0005	< 0.003	< 0.005	< 0.001	< 0.01	< 0.002	< 0.01
環境基準	0.0005	< 0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	-
含有率(mg/kg)	0.011	< 0.01	0.7	0.11	2.0	0.2	12
環境基準	-	-	-	< 15	-	-	< 125

注) 含有率の環境基準は、水田の土壌に適用される。

* 宮城県農業短期大学 MIYAGI AGRICULTURAL COLLEGE

** 宮城県古川農業試験場 MIYAGI PREFECTURE AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION, FURUKAWA

ならびに含有率試験結果を示す。いずれも土壤環境基準値以下であり、炉底灰が環境に与える負荷は極めて小さいと判断される。

建設材料への利用の可能性と基礎的実験

炉底灰は、コンクリート用代替骨材としての利用には品質的に問題があるが、軽量、無機質、多孔性、多鉄分という性質を活かした利用の可能性について検討を行った。

1. 軽量型透水性平板ブロックの試作

一般の骨材として利用するには強度および耐久性の面で難しいが、軽量で空隙が多いことから、歩道の透水性舗装の骨材としての利用が考えられる。

透水性コンクリートに関する試験として、炉底灰を骨材全量に使用し、圧縮試験と透水性試験を行った。圧縮強度試験では、W/C=25%、蒸気養生により、材齢1日で14.3N/mm²、材齢14日で42.3N/mm²、透水性試験では、10⁻¹cm/s程度の値が得られた。

2. 軽量盛土材への応用

軽量盛土工法は、発砲スチロールによる置き換えや発砲ビーズの混合によるものが代表的な工法であるが、石炭灰も土質材料を軽量化ならびに硬化する混合材として知られている。ここでは、軟弱地盤上への農道の施工において、現場発生土を使用し、軽量で支持力の高い路床が造成できる可能性を検討した。

軽量路床材の品質に関する試験として、締固め試験とCBR試験を行った。この内CBR試験について粘性土に対する炉底灰の混合割合（乾燥質量）を0~30%で行った結果、混合割合が多いほど高い支持力が得られた。

3. 暗渠排水疎水材としての利用

麦・大豆等による水田輪作の普及に伴い、水稻単作時には進行しなかったもみ殻疎水材の分解が急速に進むようになり、ほ場に部分的な陥没が生じる等、農作業に支障を来している。このため、水田輪作体系においても長期の機能維持が可能な材料を必要とされている。炉底灰は無機質であるため微生物による分解の心配が無い。しかし、疎水材として利用するには、その品質（透水性・フィルター性）、施工性、経済性、供給可能量、ならびに環境安全性と耐久性について検討する必要がある。

今回は、その基本的性能である透水性について試験を行った。その結果、最小粒径が0.1mm以上あれば、疎水材としては十分な値である10⁻¹cm/s程度の透水係数が確保できることが判った。

4. 人工漁礁への応用

年々悪化する海洋の磯焼けの原因のひとつに、鉄イオンの不足による海草の光合成の機能低下があげられている。炉底灰に含まれる鉄の7割が水溶性イオン（FeO、Fe）になりやすい形態であり、海草への鉄分の供給源として利用できないか検討した。今回は、予備的試験として、炉底灰を骨材として0、50および100%としたコンクリート平板を宮城県志津川町の湾内水深3mに設置し、藻類の着床状況を確認した。その結果、明確な違いは確認できなかったが、いずれのコンクリートも設置100日後では海藻類が繁茂した。

今後の研究の展開

今回は、本炉底灰の基礎的性質を明らかにし、その利用の可能性について検討するため、基礎的な試験を行った。今後は、その品質の変動を考慮し、多くのサンプルの基礎物性をならびに環境安全性を検証するとともに、フィールド試験を含めた本格的な実験に取り組む予定である。最後に、本研究に際し、宮城県気仙沼地方振興センター志津川支所、東洋ゴム工業(株)、㈱センコンの協力を得た。ここに記して感謝申し上げます。