

石炭灰活用技術・企業募集

【募集の背景・課題】

石炭を燃焼させて発電を行う火力発電所では、燃焼時に大量の灰が発生する。東京電力グループは、国内に複数の石炭火力発電所を保有しており、年間約 90 万 t 以上の石炭灰が発生している。

この石炭灰は、砂状のクリンカアッシュと粉体状のフライアッシュに分類され、セメント原料やコンクリート材料などに有効利用されている。

【募集ニーズ】

石炭火力発電所にて生成される石炭灰について、長期かつ安定した処理の実現に資する可能性がある有効利用・技術の有効活用を実際に検討いただける事業者を募集する。

※提案者の保有する技術やノウハウを用いて実施可能なものに限らせていただきます。

＜求める提案の例＞

石炭灰は現在、セメント分野で最も利用が多く、次いで土木分野、建築分野で利用されている。その他、農業分野でも利用されている。

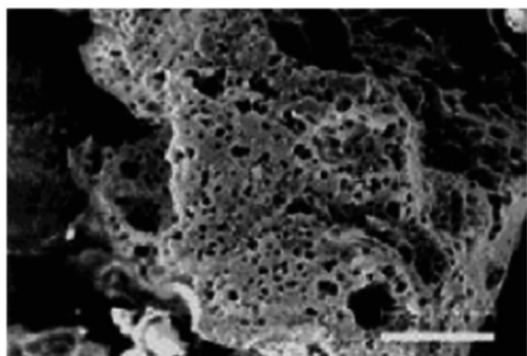
粉体としての利用だけでなく石炭灰混合材料として加工したものも含めるとセメント原料やコンクリート混和材に用いられている他、内外壁材等の建材、肥料・人工漁礁材等の農水産用製品がある。土工材料としても、排水改良等の地盤改良材や道路路盤材に利用されている。

なお、応募内容はこれら既存の活用例に限定しない。

【仕様・構成】

クリンカアッシュとフライアッシュは、発生の工程の違いからそれぞれ異なる特徴を持つ。

■ クリンカアッシュ



クリンカアッシュ電子顕微鏡写真(300倍)

写真引用: 日本フライアッシュ協会 HP

特徴:

- ・主な含有量は下表の通り

試験項目			試験結果			
			下限値	～	上限値	平均値
二酸化ケイ素	SiO ₂	%	50.4	～	77.8	61.8
酸化アルミニウム	Al ₂ O ₃	%	14.7	～	27.2	18.8
二酸化チタン	TiO ₂	%	0.6	～	1.3	0.8
酸化第二鉄	Fe ₂ O ₃	%	2.7	～	7.1	4.9
酸化カルシウム	CaO	%	0.4	～	3.2	1.6
酸化マグネシウム	MgO	%	0.4	～	1.7	0.9
酸化ナトリウム	Na ₂ O	%	0.2	～	1.1	0.5
酸化カリウム	K ₂ O	%	0.5	～	2.8	1.1
五酸化リン	P ₂ O ₅	%	0.0	～	0.5	0.1
三酸化硫黄	SO ₃	%	0.0	～	0.7	0.3

- ・砂に似た外観
- ・一般の砂質土に比べ軽量
- ・透水性、排水性に優れる

試験項目			試験結果	品質規格等／出典
一般	土粒子の密度	ρ_s g/cm ³	2.04～2.18	—
	自然含水比	W_n %	20.0～31.7	—
粒度	礫分 (2～75mm)	%	22.8～49.2	—
	砂分 (0.075～2mm)	%	39.0～53.7	—
	シルト分 (0.005～0.075mm)	%	9.8～18.2	粒径0.074mm以下
	粘土分 (0.005mm未満)	%	2.0～5.3	10%以下／アスファルト舗装要綱
	最大粒径	mm	19.0～26.5	50mm以下／アスファルト舗装要綱
	均等係数	U_c	36.7～49.7	—
コンシス	液性限界	W_L %	NP	—
	塑性限界	W_P %	NP	—
	塑性指数	I_P	NP	6以下／アスファルト舗装要綱
分類	地盤材料の分類		粘性土質礫質砂 ／粘性土混り砂質礫等	—
	分類記号		SCsG/Gs-Cs	—
締め	最大乾燥密度	ρ_{dmax} g/cm ³	1.03～1.21	—
	最適含水比	W_{opt} %	25.5～38.9	—
C B R 等	浸水膨張比	r_e %	-0.038～0	3%以下／鉄鋼スラグ協会規格
	平均CBR	%	48.4～98.3	—
	修正CBR	%	46.7～66.0	20%以上／路盤クラッシャー
	すり減り減量	%	-57.5	45%以下／
強度	粘着力	c kN/m ²	12.5～30.5	—
	摩擦角	ϕ °	36.0～41.0 (35以上)	—
その他	透水係数	K cm/s	$4 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3}$	—
	pH		8.8～9.2	—
	コーン指数	q_c kN/m ²	3,030～10,908	—

- ・空隙が多く、水分を吸収する。ただし、浸水膨張率は低い
- ・粒子表面が角張った形状で、一般の土よりも破碎しやすい
- ・重金属等の溶出は、土壤環境基準以下
- ・クリンカアッシュの主な物性は下表の通り

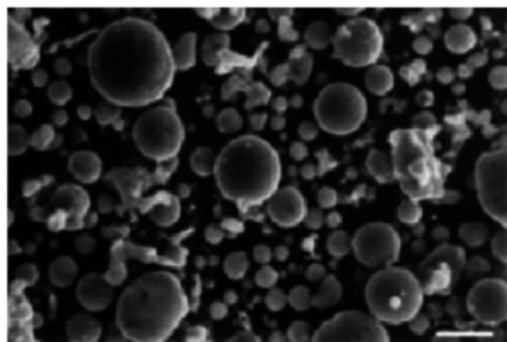
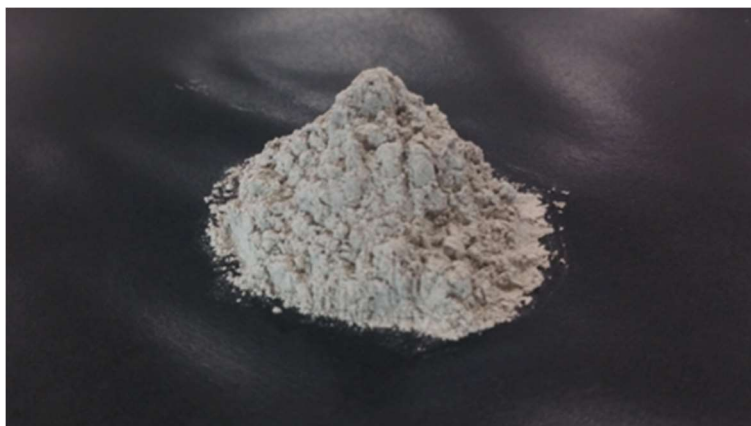
弊社の現状の主な活用例：

- ・路床材として使用
- ・押え盛土材の一部として使用

社外の現状の主な活用例：

- ・土木分野：埋戻し材、地盤改良材、凍上抑制層材、防草材として使用
- ・農業水産分野：パドック改良材、けい酸加里肥料、土壌改良材、屋外緑化材として使用

■ フライアッシュ



フライアッシュ電子顕微鏡写真(1,500 倍)

写真引用：日本フライアッシュ協会 HP

特徴:

- ・主な含有量は下表の通り

試験項目			試験結果			
			下限値	～	上限値	平均値
二酸化ケイ素	SiO ₂	%	46.4	～	78.1	61.4
酸化アルミニウム	Al ₂ O ₃	%	10.1	～	30.0	19.9
二酸化チタン	T i O ₂	%	0.6	～	1.8	1.0
酸化第二鉄	Fe ₂ O ₃	%	1.5	～	13.7	3.9
酸化カルシウム	CaO	%	0.4	～	3.4	1.4
酸化マグネシウム	MgO	%	0.3	～	1.6	0.7
酸化ナトリウム	Na ₂ O	%	0.2	～	0.9	0.4
酸化カリウム	K ₂ O	%	0.4	～	2.8	1.1
五酸化リン	P ₂ O ₅	%	0.0	～	0.8	0.2
三酸化硫黄	SO ₃	%	0.0	～	1.5	0.5

- ・微細で球形状である
- ・フライアッシュ単体では重金属等の溶出が、土壤環境基準を超える場合がある
(主に六価クロム、砒素、セレン、フッ素、ホウ素)
- ・コンクリート用フライアッシュの JIS A 6201 の試験項目結果は下表の通り

試験項目			試験結果			JIS II 種	
			下限値	～	上限値		平均値
二酸化けい素含有量		%	53.5	～	70.3	64.0	45.0以上
湿分		%	0.0	～	0.5	0.2	1.0以下
強熱減量		%	1.5	～	8.3	3.8	5.0以下
密度		g/cm ³	2.12	～	2.41	2.22	1.95以上
粉末度	ブレン方法 cm ² /g		2,924	～	6,130	3,876	2,500以上
フロー値比		%	95	～	107	101	95以上
活性度指数	材齢28日	%	76	～	84	80	80以上
	材齢91日	%	88	～	99	94	90以上

- ・PH は約 9～10 程度・セメント等と混合することで、水密性が高く、密実であり、長期強度が大きくなる
- ・6 割程度が二酸化ケイ素でできており、二酸化ケイ素のみ抽出することができればガラス、医薬品・化粧品などに活用の可能性もある

弊社の現状の主な活用例:

- ・コンクリート用混和材として使用
- ・狭隘部等の埋め戻しの材料として使用(流動化処理土)
- ・固化体造粒材の材料として使用

社外の現状の主な活用例:

- ・土木分野:トンネル吹付材、地盤改良材、ジオポリマー※として使用
- ※優れた耐酸性と耐熱性を有し、製造過程で排出する CO₂ 量が少ないコンクリート
- ・農業水産分野:融雪促進材、人工漁礁として使用
- ・その他分野:人工ゼオライト、プラスチック原料として使用

【プロジェクトの規模】

- 東京電力グループ内で排出される石炭灰 90 万 t

【契約した場合の提携形態】

石炭灰の引き取り依頼、共同研究、発注等 等

【応募期限】

2018 年 9 月 30 日

※応募期間・内容は予告なく変更する可能性があります

※提出いただいた後、上記の期間中に、追加でご質問をさせていただく場合がございます。ご了承ください。