

VI-243

微粉炭燃焼灰と流動床燃焼灰との混合灰の諸特性と力学特性

(株) 熊谷組 正会員 細田信道
 (財) 石炭利用総合センター 小笹和夫
 新潟大学 フェロー 長瀧重義

1. はじめに

平成3年10月に施行された「再生資源の利用の促進に関する法律」（通称リサイクル法）において、電力業界から発生する石炭灰は「指定副産物」と位置づけられている。我が国のエネルギー源としての石炭の重要性増す中、また、地球環境問題等を踏まえたクリーンテクノロジー開発の必要性が高まる中、石炭灰の再資源化は急務であるといえる。

過去、石炭灰有効利用技術開発は微粉炭燃焼灰に関するもの大多数占めてきたが、最近にいたり対環境面から流動床ボイラーが増え、それから発生する流動床燃焼灰の石炭灰有効利用技術開発も増えつつある。今後、微粉炭燃焼灰と流動床燃焼灰との混合灰の利用時に必要となる、その混合比を変えた時の混合灰の物理特性、土質特性、化学特性等の諸特性と強度特性の関係について述べるものである。

なお、本文は平成4年度から6年度まで（財）石炭利用総合センター石炭灰利用委員会（委員長 長瀧新潟大学教授）が通産省石炭利用振興補助事業の一環として行ってきた研究を基に作成したものである。

2. 原灰と混合灰

本試験に使用した石炭灰は微粉炭燃焼灰6種と流動床燃焼灰種6種であり、それぞれの石炭灰の主な物理特性を表. 1に、主な化学特性を表. 2に示す。試験は2種の微粉炭燃焼灰と2種の流動床燃焼灰を組合せて行なっている。微粉炭燃焼灰と流動床燃焼灰との混合比は0:1、1:9、1:3、3:1、9:1、1:0である。一軸圧縮強度試験用の突き固め供試体は事前に求めた最適含水比となる加水量で作成している。

表. 1 原灰の主な物理特性

特 性	微 粉 炭 燃 焼 灰						流 動 床 燃 焼 灰					
	H4-A	H4-B	H5-A	H5-B	H6-A	H6-B	H4-a	H4-b	H5-a	H5-b	H6-a	H6-b
真比重	2.27	2.32	2.25	2.30	2.36	2.24	2.68	2.79	2.64	2.76	2.63	2.39
ブレン値 (cm ² /g)	3,080	5,760	2,930	5,720	3,970	4,830	8,510	420	8,200	550	9,520	8,570
平均粒径 (μm)	30.6	21.7	32.3	22.9	24.6	19.2	28.9	335.1	19.9	196.7	9.3	25.6
最適含水比 (%)	32.0	42.5	36.8	47.7	45.0	37.7	27.7	17.0	24.6	17.0	33.1	60.6
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.147	0.972	1.076	0.958	0.97	1.05	1.362	1.522	1.388	1.581	1.27	0.79
空隙率 (%)	49.4	58.1	52.2	58.3	58.9	53.1	49.2	45.4	47.4	42.7	51.7	66.9

注：測定方法は真比重（オートピクメーター）、ブレン値（JIS A 6201-1996）、最適含水比および最大乾燥密度（JIS A 1210）

表. 2 原灰の主な化学特性

特性	微 粉 炭 燃 焼 灰						流 動 床 燃 焼 灰					
	H4-A	H4-B	H5-A	H5-B	H6-A	H6-B	H4-a	H4-b	H5-a	H5-b	H6-a	H6-b
pH	12.32	11.69	11.9	11.08	8.75	11.84	12.40	12.40	12.40	12.40	12.48	12.48
LOI (%)	4.48	15.83	5.84	16.85	11.57	7.45	6.23	5.02	8.11	6.16	6.97	37.53
SiO ₂ (%)	47.90	47.76	48.15	48.45	54.98	51.34	42.50	33.68	42.65	32.32	48.46	19.64
Al ₂ O ₃ (%)	30.94	23.22	30.80	23.05	26.46	28.61	20.42	20.00	20.54	19.38	24.05	11.36
Fe ₂ O ₃ (%)	3.96	4.73	3.23	3.66	1.61	3.33	1.36	3.58	1.33	3.22	1.53	2.95
CaO (%)	5.8	1.85	4.74	1.25	0.29	2.36	19.70	23.10	16.86	24.40	10.26	17.27
Free-CaO (%)	0	0	0	0	0	0.35	8.60	4.24	7.71	8.29	2.63	5.40
SO ₃ (%)	0.3	0.27	0.34	0.36	0.16	0.33	5.79	9.46	6.09	10.97	2.78	5.90

注：分析方法はLOI（JIS A 6201-1995）、Free-CaO（CAJS I-01-1975）、その他（JIS M 8815）

キーワード：微粉炭燃焼灰、流動床燃焼灰、混合灰、物理特性、化学特性、土質特性、力学特性

東京都新宿区津久戸町2-1 電話 03-3235-8617 FAX03-3235-5363

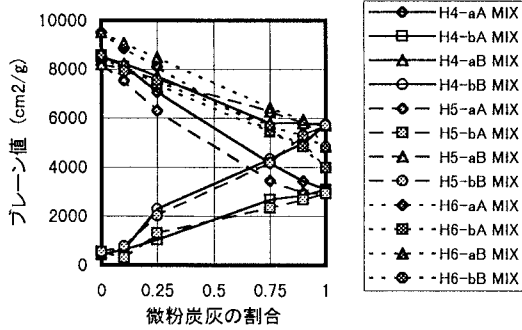


図. 1 混合比とブレン値の関係

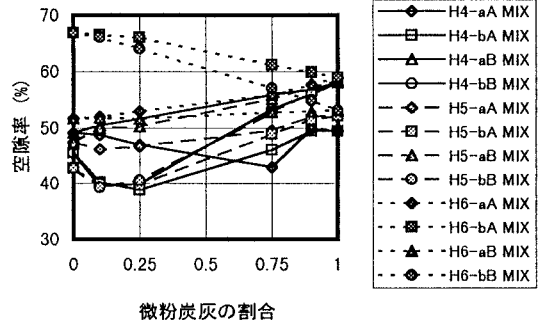


図. 2 混合比と空隙率の関係

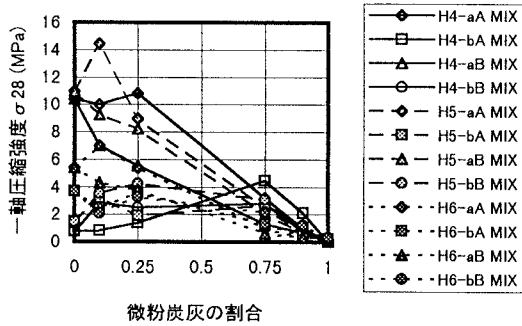


図. 3 混合比と材齢 28 日の一軸圧縮強度の関係

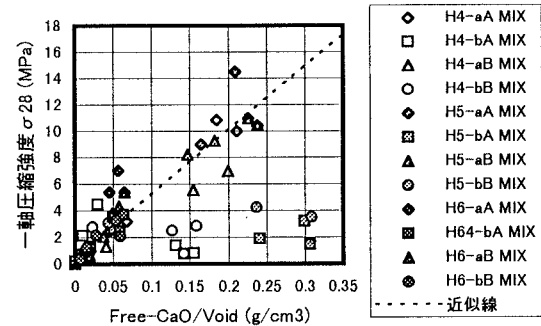


図. 4 Free-CaO/V と 28 日一軸圧縮強度の関係

3. 混合灰の性状

混合灰の混合比を変えた時の混合灰の諸特性の変化状況について、混合比とブレン値の関係を図. 1 に、混合比と最大乾燥密度での空隙率の関係を図. 2 に、混合比と材齢 28 日の一軸圧縮強度の関係を図. 3 に、そして、混合灰の単位体積当りの Free-CaO 含有量（流動床燃焼灰混合量に応じた Free-CaO 含有量）と空隙との比と材齢 28 日の一軸圧縮強度の関係を図. 4 に示す。

混合灰のブレン値は原灰のブレン値を結ぶ線上に概ね分布しているが、空隙率は原灰の空隙率を結ぶ線上からずれる混合比があることがわかる。これは原灰の粒径（粒度分布、平均粒径）の違いが大きい組合わせに出ている。混合灰の一軸圧縮強度は原灰である流動床燃焼灰中の Free-CaO 量、混合灰での空隙量の大小に基くと考えられるが、Free-CaO 量が多い場合、短期材齢でも強度は高く出るが、材齢経過での強度の伸びは出していない。一方の原灰である微粉炭燃焼灰でみると、LOI（未燃炭素）が小さいほど強度が高くなっている。なお、図. 4 における近似線には H4-b および H5-b（粒径の大きな流動床燃焼灰）の混合灰を含んではない。破線表示の近似式を以下に示す。

$$\sigma_{28} = 0.44 + 48.53(\text{Free-CaO/Void}) \quad (R=0.939)$$

ここに、 σ_{28} : 材齢 28 日一軸圧縮強度 (MPa)、Free-CaO/Void: 単位体積当りの Free-CaO 含有重量/空隙

4. まとめ

微粉炭燃焼灰と流動床燃焼灰との混合灰は流動床燃焼灰の Free-CaO による硬化性と微粉炭燃焼灰のポゾラン性との相乗効果による高活性な土工材としての可能性が確認できた。

参考文献：①細田、長瀧、他：「混合石炭灰の諸特性」第 11 回 ACAA シンポジウム 1995.1 ②細田：「流動床ボイラー燃焼灰の力学的特性」第 1 回環境地盤工学シンポジウム 平成 6 年 5 月 ③細田、小笹、長瀧：「微粉炭燃焼灰と流動床燃焼灰との混合灰の諸特性」第 33 回地盤工学研究発表会 平成 10 年 7 月