

PFBC灰を利用した骨材の開発（その1 PFBC灰固化物の基本特性）

中国電力(株) 正会員 澄川 健、池田 陵志
 (株)竹中土木 正会員 長澤 太郎、廣渡 智晶
 竹中技術研究所 正会員 斉藤 聡
 中電環境テクノ(株) 北村 信博
 中国高压コンクリート工業(株) 名越 聖治

1. はじめに

加圧流動床式（PFBCと記す）石炭火力発電所から排出されるPFBC灰は普通灰と異なる性質からこれまでの利用方法（セメント製造における粘土の代替等）とは異なる利用方法が求められている。そこで、著者らはPFBC灰等に適量の水分を加えて混合した後、加圧して成形物をつくり、これを養生後解砕して得た粒状固化物を骨材として利用する技術を開発している。本稿では、PFBC灰の特性・本法の製造プロセス・PFBC灰のみを用いた粒状固化物の特性等について報告する。

2. PFBC灰の特性

PFBC灰（FA一次灰）の化学組成と物理的性質の測定例を表-1、表-2に示す。

表-1 PFBC灰の化学組成例

石炭灰の種別	化学組成 (%)								
	lg.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
PFBC灰0	6.14	44.30	12.50	3.47	24.90	1.04	5.77	0.48	0.52
PFBC灰2	4.17	43.70	14.00	4.10	24.80	0.90	6.12	0.74	0.66
PFBC灰3	7.46	42.80	13.40	3.62	23.90	0.84	5.99	0.47	0.65
普通灰1	3.53	56.90	23.90	3.87	7.59	0.93	0.46	0.46	0.65

表-2 PFBC灰の物理的性質測定例

石炭灰の種別	物理的性質				
	密度 g/cm ³	比表面積 cm ² /g	フロー値比 %	活性度指数(%)	
				28日	91日
PFBC灰3	2.61	4860	85	79.0	90.0
PFBC灰4	2.60	4790	98	85.0	89.0
PFBC灰5	2.60	4660	98	85.0	89.0
普通灰1	2.22	3920	98	79.0	92.0

同表には比較のため普通灰の例も併せて示す。化学組成から見ると、PFBC灰は普通灰よりも CaO、SO₃が著しく大 SiO₂、Al₂O₃が小 塩基度が大 強熱減量が大である。PFBC灰の鉱物組成のうち結晶鉱物としては、- Quartz、CaCO₃、CaSO₄、f-CaOが見いだされているが、多くは非晶質であるといわれている。¹⁾ PFBC灰を水和させた時のエトリンガイト量はセメントやフライアッシュセメントよりもはるかに多く、また、水酸化カルシウムは生成していないようである(CaOがエトリンガイトとなって消費するため)。¹⁾ 写真-1は後述するPFBC灰のみの固化物のSEM観察結果である。PFBC灰の自硬性にはエトリンガイトの生成が大きく寄与していることが推察される。一方、物理的性質から見るとPFBC灰は普通灰よりも密度が大 フロー値比が小 活性度指数は同程度である。

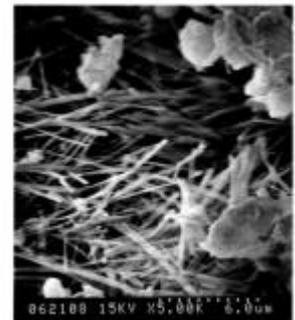


写真-1 PFBC灰固化物のSEM写真

3. PFBC灰固化物の製造プロセス

製造プロセスにおいて重要なのは加圧成形機である。これには板状成形物（写真-2）を作るコンパクト-セグメントとア-モンド状成形物（写真-3）を作るブリケット-セグメントを共有でき、高加圧力を有するロ-ルプレ



写真-2 コンパクトによる成形物



写真-3 ブリケットによる成形物

キーワード：石炭灰、PFBC、リサイクル、再生骨材、ブリケット

連絡先：中国電力(株)土木部 (〒730-8701 広島県広島市中区小町4-33)
 (株)竹中土木技術本部 (〒104-8234 東京都中央区銀座8-21-1)
 竹中技術研究所 (〒270-1395 千葉県印西市大塚1-5-1)
 中電環境テクノ(株) (〒730-0041 広島県広島市中区小町4-33)
 中国高压コンクリート工業(株) (〒730-8701 広島県広島市中区小町4-33)

TEL082-241-0211 FAX 082-242-5989)
 TEL03-3543-6321 FAX03-3248-6545)
 TEL0476-47-1700 FAX0476-47-3060)
 TEL082-242-0291 FAX082-242-0296)
 TEL082-243-6968 FAX082-244-9058)

ス機を用いることとした。コンパクターでは砂材および細骨材を、ブリケッタ - では粗骨材を製造する。P F B C 灰固化物の製造手順は以下の通りである。 P F B C 灰を含む材料の含水比が 1 4 ~ 2 0 % になるように調整する ミキサ - でこれを混合する 混合した P F B C 灰をロ - ルプレスにかけ 板状またはア - モンド状の P F B C 灰固化物を養生 (オ - トクレ - ブ又は蒸気養生または 2 0 養生) する 所定の材令後 P F B C 灰固化物を解砕・分級する。

4 . P F B C 灰固化物の製造実験

改良材を用いず、PFBC 灰のみを使い小型ロ - ルプレスを用いて製造実験を行った。固化物の評価は、絶乾密度と推定圧縮強度で行なった。推定圧縮強度は、板状供試体の押し抜き剪断試験結果から求めた。2) ここでは、コンパクター - による結果を図 - 1 に示す。同図より、以下のことが言える。 板状固化物の材令 2 8 日の推定圧縮強度は、養生温度 2 0 の場合 1 0 ~ 1 5 N/mm²、6 0 の場合 2 0 ~ 2 5 N/mm² である。 線圧 (加圧力) は 5 t/cm (1 0 0 N/mm² 相当) が適切である P F B C 灰の含水比は 1 4 % が適切である 養生温度が強度に及ぼす影響は大きい。

5 . P F B C 固化物の品質特性試験

板状の P F B C 灰固化物を解砕し、粒状化した固化物に対して細骨材の試験、砂材料の試験 (C B R 試験、三軸圧縮試験) 有害重金属の溶出試験 (環告 46 号) を行った。表 - 3 に結果を示す。同表より、 P F B C 灰固化物に関して以下のことが判った。 絶乾密度は小さく、軽量骨材の中軽量の分類となる 吸水率、すり減り減量は大きい 設計 C B R 値、内部摩擦角からは砂と同等と見なせる 有害重金属の溶出は基準値以下であった。

6 . まとめ

P F B C 灰固化物の製造を目指して、 P F B C 灰の性状調査、 P F B C 灰のみによる固化物の強度調査、その粒状固化物の品質試験を行った。その結果、 P F B C 灰の自硬性と加圧成形・ 6 0 養生により推定圧縮強度で 2 0 N/mm² 以上の固化物の製造が可能と判断され、その有効利用の可能性も認められた。

参考文献

- 1) 宮原 茂禎 : 万イッシュメントの水和反応と組織形成 pp18 ~ 19、東京工業大学 H12 年度修士論文・ (2001.3)
- 2) 新谷・樋野・杉山 : PFBC 灰を利用した骨材開発 (その 2 骨材の製造・品質試験)

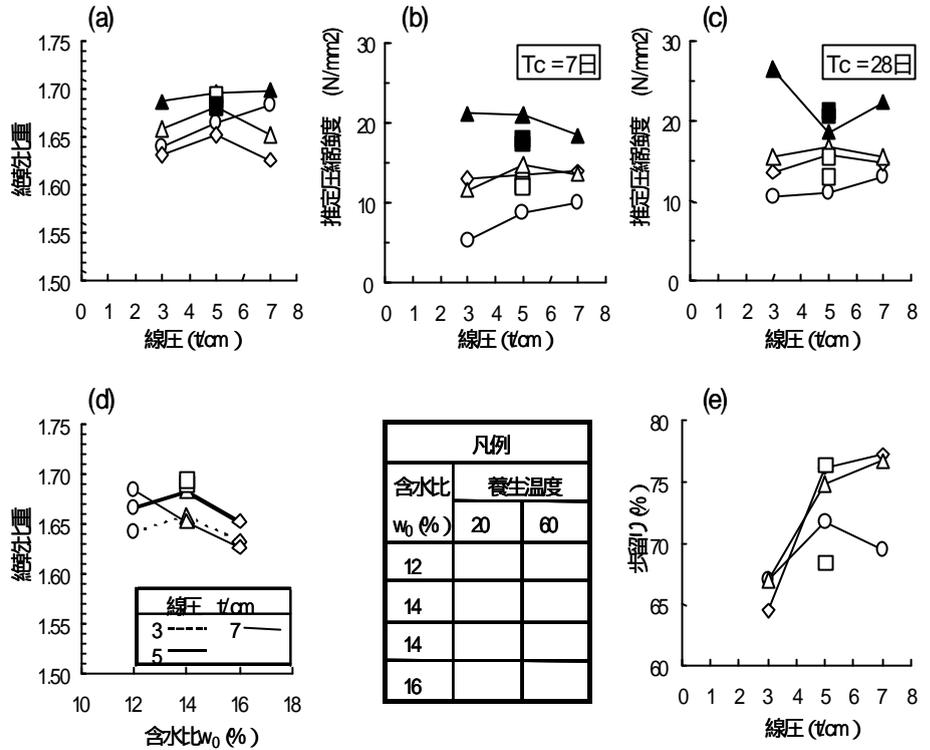


図 - 1 PFBC 灰固化物の製造試験結果

表 - 3 PFBC 灰固化物の品質特性

製造条件	配合	水粉体比 14% (水道水)
		線圧
	養生方法	60 蒸気養生 (7日)
品質試験	圧縮強度 (N/mm ²)	15 ~ 20
	絶乾密度 (g/cm ³)	1.7
	吸水率 (%)	22 ~ 23
	すり減り減量 (%)	50.1
	設計 CBR (%)	23
	CD 試験 (°)	45
溶出試験	Cd, CN, Pd, Cr6+, As, T-Hg, R-Hg, Se の溶出は土壤環境基準以下	