

PFBC 灰による粘性土の地盤改良効果の検討

(株)エネルギー・エコ・マテリア 正会員 齊藤 直、 安野 孝生
(株)竹中土木 正会員 ○中西 弘、津国 正一、池川 哲也

1. はじめに

石炭火力発電所の運転に伴い発生する石炭灰は年々増加する傾向にある。著者らは中国電力大崎火力発電所から産出される加圧流動床石炭灰（PFBC 灰と記す）の用途拡大を目指し、PFBC 灰を深層混合処理工法¹⁾等の地盤改良材として有効利用することに取り組んできた。本報告では PFBC 灰の火山灰質粘性土に対する地盤改良効果を中心に評価を行った。

2. PFBC 灰

加圧流動方式の発電プラントから発生する石炭灰は石炭と石灰石を混合燃焼するため、通常の普通灰と比較すると、主成分の CaO が多く自硬性を持っている。また 3～10 μm の不規則な形状の粒子から成っており硬化反応しやすい形状をしていること等の特徴がある。図-1 に普通灰と PFBC 灰の成分を示す。

3. 火山灰質粘性土

対象とした火山灰質粘性土（試料土と記す）は千葉県習志野市の GL-2.0m 付近の粘土質ローム¹⁾より採取した。表-1 に試料土の性状を、図-2 に試料土の粒径加積曲線を示す。また表-1 には一般粘性土と比較を行うため、室内試験を実施した粘性土 A、粘性土 B についても表記した。また試料土について 200℃加熱減量とアロフェン量の関係を図-3 に示した。粘性土 A、粘性土 B については強熱減量より推定した²⁾。アロフェン量から試料土の火山灰質的な性質は一般的な関東ロームよりやや弱いといえる。

4. 試験方法

室内試験³⁾における試料土の含水比は自然含水比とし、改良材は普通ポルトランドセメント（N セメントと記す）と高炉セメント（B セメントと記す）に PFBC 灰を混合したものを用いた。実験はセメント添加量、PFBC 灰添加率[F/C]と水改良材比[W/(F+C)]をパラメータとして変化させ、試料土については表-2 に示す 36 配合の室内配合試験を行った。セメント添加量は土 1m³当たりのセメ

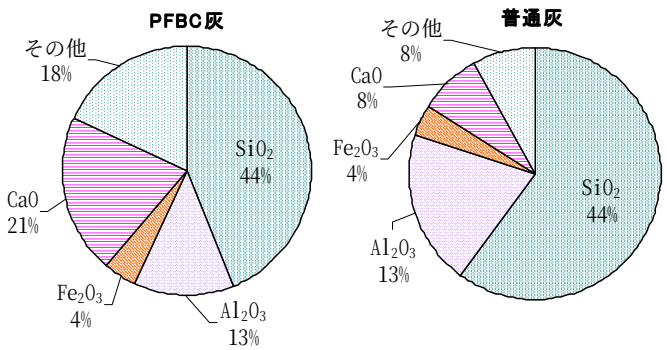


図-1 普通灰と PFBC 灰の成分

表-1 試料土の性状

	試料土	粘性土 A	粘性土 B
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.759	2.618	2.663
自然含水比 w_n (%)	79.9	78.3	41.3
液性限界 w_L (%)	96.1	74.7	47.1
塑性限界 w_P (%)	30.1	28.6	22.2
塑性指数 I_P	66.0	46.1	24.9
強熱減量 (%)	14.2	7.8	5.9
200℃加熱減量 (%)	2.82	-	-
粒度	石分 (%)	0.0	0.0
	礫分 (%)	0.0	0.0
	砂分 (%)	5.0	0.8
	シルト分 (%)	32.5	46.3
	粘土分 (%)	62.5	52.9

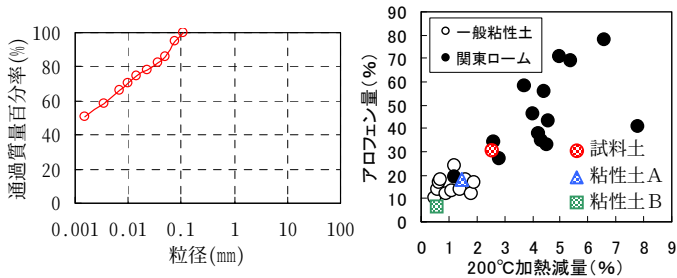


図-2 試料土の粒径加積曲線

図-3 200℃加熱減量とアロフェン量の関係

表-2 室内試験パラメータ

項 目	
水改良材比 (%)	0, 50, 100
セメント添加量 (kg/m ³)	79.5, 120.0, 159.0
PFBC灰添加率 (%)	0, 50, 100, 200
セメント種類	普通ポルトランドセメント B種高炉セメント

キーワード：PFBC 灰、火山灰質粘性土、室内試験

連絡先：(株)エネルギー・エコ・マテリア（〒730-0042 広島市中区国泰寺町 1-3-32 TEL 082-523-3510 FAX 082-523-3511）

(株)竹中土木技術本部（〒104-8234 東京都中央区銀座 8-21-1 TEL 03-3543-6321 FAX 03-3248-6545）

ント添加量を示し、PFBC 灰添加率はセメント添加量に対する PFBC 灰の添加量を百分率で示す。供試体の作製は、地盤工学会基準「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」（JGS0821-2000）に準拠した。また、供試体は温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 80% 以上の恒温恒湿室に静置して 28 日養生した後、一軸圧縮強度試験を行った。

5. 室内試験結果

試料土の PFBC 灰添加率 0%（セメント単味）での水改良材比と一軸圧縮強度の関係を図-4 に、一般粘性土（粘性土 A、粘性土 B）の PFBC 灰添加率 0%（セメント単味）での水改良材比と一軸圧縮強度の関係を図-5 に示す。PFBC 灰の添加効果を調べるため、PFBC 灰を添加した改良土の一軸圧縮強度 $[qu_{(C+F)}]$ とセメント単味での改良土の一軸圧縮強度 $[qu_{(C)}]$ の強度比 $[qu_{(C+F)}/qu_{(C)}]$ ととり、強度比と PFBC 灰添加率の関係を図-6 に示す。さらに図-6 の強度比と PFBC 灰添加率の関係を直線で近似し、その勾配を PFBC 灰添加効果として水改良材比ごとにプロットしたものを図-7 に示す。一般粘性土においても同様に勾配を求め、図-7 にプロットした。図-7 より火山灰質粘性土に対して PFBC 灰添加効果は大きく表れているが、一般粘性土に対しては効果は小さい。これは PFBC 灰に多く含まれる生石灰が火山灰質粘性土の硬化に寄与しており、アロフェン量の多い火山灰質粘性土ほど PFBC 灰に含まれる生石灰との吸着・ポゾラン反応による改良効果が大きいと言える。また、水改良材比の増加に伴い PFBC 灰添加効果が減少しているのは単位水量の増加により強度が低下しているためである。

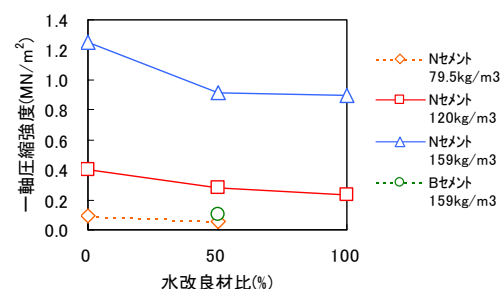


図-4 水改良材比と一軸圧縮強度の関係（試料土）

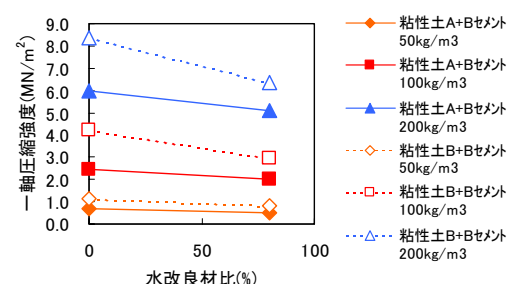


図-5 水改良材比と一軸圧縮強度の関係（粘性土 A、粘性土 B）

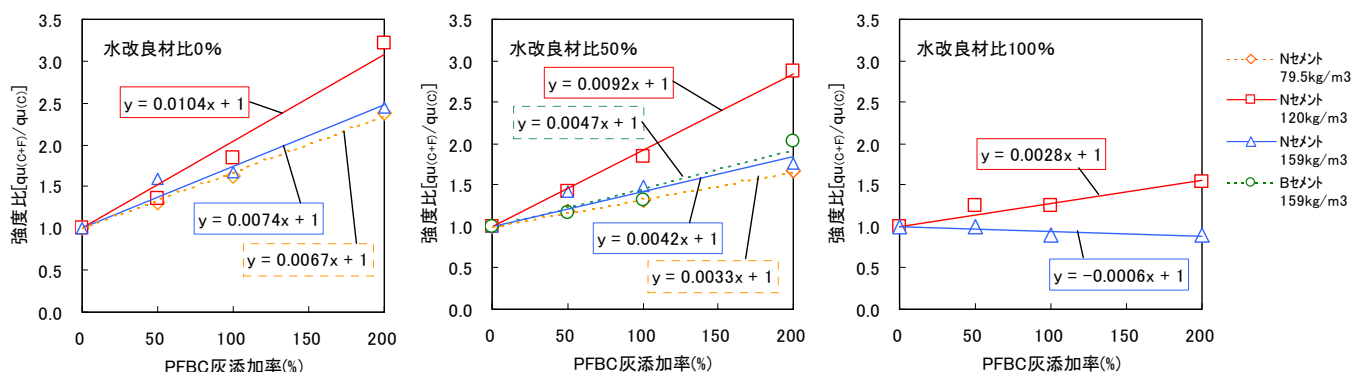


図-6 PFBC 灰添加率と強度比の関係（試料土）

6. まとめ

室内配合試験から、PFBC 灰は火山灰質粘性土に対して地盤改良材としての効果が高いことが確認できた。今回の結果は火山灰質粘性土が 1 種類であるため、今後はさらに室内・現地実験データの集積を図り、多種類の火山灰質粘性土を対象に PFBC 灰のさらなる効果の確認を行う予定である。

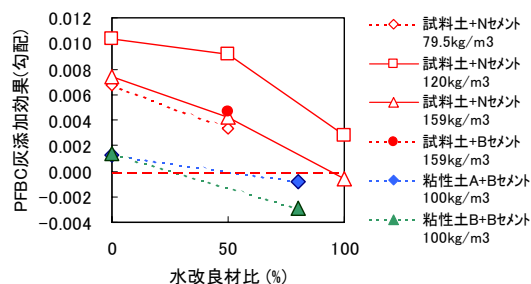


図-7 水改良材比と PFBC 灰添加効果の関係

参考文献

- 1) 津國ら：低水改良材比の石炭灰混合スラリーを用いた深層混合処理工法（現地試験施工）、第 57 回土木学会年次学術講演会講演概要集、pp 131-132、2002
- 2) 霞 誠司：日本大学大学院修士論文「セメント系改良材による関東ロームの改良効果に関する基礎的研究」、1999
- 3) 中野ら：加圧流動床石炭灰(PFBC 灰)を用いた深層混合処理土の特性（現地試験施工）、第 55 回土木学会年次学術講演会講演概要集、pp.464-465、2000