

P F B C 灰を利用した砂代替材の品質特性（耐久性）

(株)エネルギー・エコ・マテリア 正会員 ○樋野 和俊 澄川 健
(株)竹中土木 正会員 奥田 良三 杉山 稔明

1. はじめに

前報¹⁾において報告したP F B C 灰（加圧流動床灰）粒状化技術は、圧縮成形機（ロール成形機）を用いた湿潤粉体高圧圧縮成形技術と、石灰分及び石膏を含む灰の自硬性を利用したものである。またこれは、セメント等の添加材を使用せずP F B C 灰と水のみで砂代替材を製造出来るため、市場に安く砂代替材を提供出来る技術である。本報告は、市場流通させるこの砂代替材製品の品質確認として、製品仮置き期間中の品質劣化（主に冬季）の有無の確認試験と施行後の長期安定性を考慮した透水試験結果を報告する。

2. P F B C 灰固化物の製造方法

P F B C 灰に水（重量比 12～18%）を添加し、これを高速回転ミキサーで混合した上でロール成形機に送り、加圧・成形する。その後、成形物は養生することにより硬化し、表-1のような品質の砂代替材を製造することができる。本法の製造（図-1）は非常にシンプルなのが特徴である。

表-1 PFBC 灰固化物(砂代替材)の物理特性

粒子密度	吸水率	平均粒径	圧縮強度	内部摩擦角
2.0g/cm ³	25%前後	10～15mm	6～10MN/m ²	39～42°

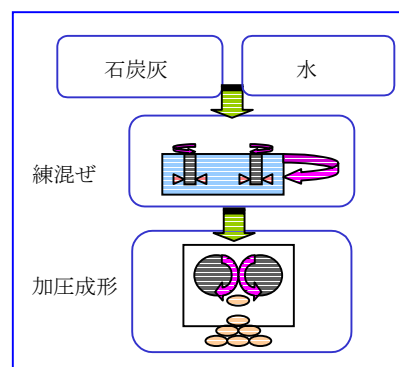


図-1 製造フロー

3. 製品仮置き期間中の品質劣化の確認（凍結融解試験）

本試験の目的は、製品出荷に際して野積み状態で仮置きした製品が、冬季を経験することによる品質劣化が生じるものか確認するものである。確認試験として凍結融解試験を実施した。試験方法は JIS A 1148 に準じ 5℃～-18℃を約 3.5 時間にて凍結融解を繰り返すサイクルで、試験体(固化物)は事前に 24 時間浸水養生し、飽和状態となったものを使用した。使用した固化物の条件を表-2に示す。

表-2 試験で使用した固化物（成形サイズ 37×21×13mm）

試料名	製造時の配合		吸水率	圧縮強度 (N/mm ²)
	PFBC 灰	水		
PFBC 灰固化物	100%	15%	25%	13.2

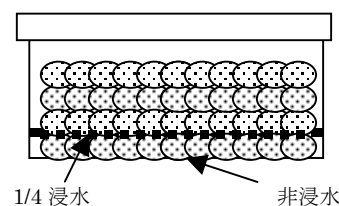


図-2 浸水条件モデル

試験体として、野積み状態の再現を目的として、上記固化物 500g(約 50 ヶ)の試料全容積に対し、1/4 浸水させてた場合および非浸水の 2 ケースで試験を行った(図-2)。

凍結融解試験後の固化物の品質は圧潰試験および粒径(目視)により劣化判定を行った。

4. 凍結融解試験結果

凍結融解試験は、前記サイクルを 1 サイクルとし、合計 15 サイクル実施した。目視による粒度の変化に

キーワード 石炭灰、PFBC、耐久性、凍結融解

連絡先 〒730-0042 広島県広島市中区国泰寺 1 丁目 3-32 TEL082-523-3510

については、1 サイクル・10 サイクルおよび15 サイクル目に実施したが、浸水面下および浸水面上の試料に変化はみられなかった。15 サイクル完了後の強度試験結果を図-3に示す。浸水面上および浸水面下において、約1～2割程度の強度低下はみられるものの、SCP材としての使用にあたっての要求品質¹⁾(8N/mm²)は十分満足している。今回の試験は通常的环境条件(広島県内を想定：表-3)で比べ、厳しい条件下に設定してあることから、PFBC 固化物は砂と同様な扱いをしても十分使用可能である。圧縮強度は固化物の圧潰強度による推定圧縮強度²⁾とした。

(推定式 $S_c \div (P/V^{2/3}) / 0.19$ P:圧潰荷重, V:試験片の体積)

表-3 広島県内の至近年5年間の気温

年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
最低気温(℃)	-4.2	-3.2	-3.7	-3.8	-1.4
零下日数(日)	21	6	9	11	10

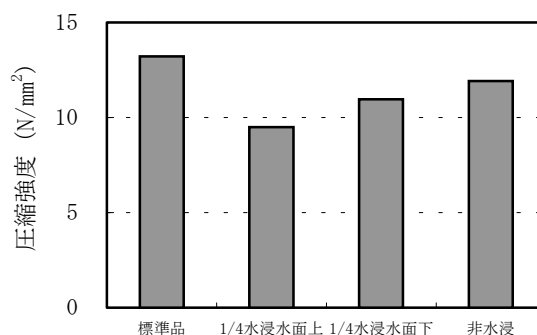


図-3 凍結融解試験後の圧縮強度



写真-2 試験後の固化物外観

5. PFBC 灰固化物の SCP 材としての長期評価

PFBC 灰固化物を SCP 材として軟弱地盤に打設し、長期間経過した材料について、性状の変化を確認する目的として打設後 180 日経過の材料について透水試験(JIS A 1218)を実施した。試験体は SCP 打設のエネルギー相当の 6Ec の突固めにより作製し、それぞれの養生により試験を行った。試験条件と試験結果を表-4に示す。なお、固化物は製品製造後 28 日経過したものを使用した。

表-4 透水試験の条件と結果

試料			透水係数 (cm/sec)		
固化物の状態	エネルギー	養生条件	突固め後	28 日養生	180 日養生
解砕なし粒状物	6.0E _C	海水養生	1.6×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	1.2×10 ⁻³
解砕 5mm 以下	1.0E _C	海水養生	3.7×10 ⁻³	8.4×10 ⁻³	1.0×10 ⁻²
解砕 5mm 以下	6.0E _C	真水養生	1.1×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³
解砕 5mm 以下	6.0E _C	海水養生	7.7×10 ⁻⁴	7.6×10 ⁻⁴	7.6×10 ⁻⁴



写真-3 透水試験供体(解砕なし)

透水試験の結果、180 日経過後においても初期段階の透水係数と変化が見られなかった。この結果、28 日養生後の PFBC 固化物を SCP 杭として使用し、長期間その状態下にあっても粒同士が再反応し団粒化しない。

6. まとめ

PFBC 灰を原料として製造した固化物は、品質特性および環境においても基準を満足するもので、砂代替材として十分に利用可能であることが確認できた。現在この PFBC 灰固化物を販売していく目的で、広島県に位置する大崎発電所構内に年間 2.5 万 t(将来 5 万 t)の PFBC 灰を消費する製造プラント(図-4)の建造し、今年度より販売を進めていく予定である。また、この固化物については単なる地盤改良材としてではなく、更に高付加価値化を目指した研究を進めているところである。

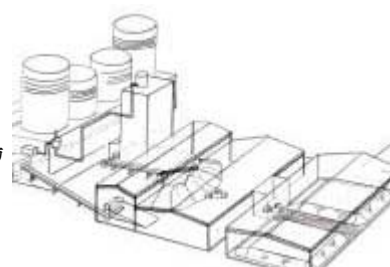


図-4 製造プラント鳥瞰図

参考文献：1) 樋野和俊他：PFBC 灰を利用した砂代替材の開発(その 1 およびその 2) (土木学会第 57 回学術講演会)

2) 澄川健他：PFBC 灰を利用した骨材の開発(その 1 およびその 2) (土木学会第 56 回学術講演会)