

## F C 深層混合処理工法による石炭中継基地の地盤改良（その1 室内配合試験）

中国電力(株) 正会員 斉藤 直、樋野 和俊、中下 明文  
(株)竹中土木 正会員○田村 博邦、津國 正一、安藤 慎一郎  
(株)竹中工務店 正会員 斉藤 聡  
三井建設(株) 正会員 黒島 一郎

### 1. まえがき

石炭火力発電所で発生する石炭灰（普通灰、F と記す）をセメント（C と記す）に添加したスラリー（FC スラリーと記す）を用いた深層混合処理工法の施工例はまだ少ない<sup>1)</sup>。こうした中で、山口県下松市に建設中の石炭中継基地の建設工事で FC スラリーを用いた深層混合処理工法を採用し、約 18 万 m<sup>3</sup> の地盤改良工事を行なった。ここでは FC スラリーの配合を決めるために行った室内配合試験の結果について報告する。

### 2. 地盤改良工事の概要

建設中の石炭中継基地は、埋立地に計画され、6 つあるストックヤード（積付け）に石炭を満載した状態で 30 万 t の貯炭能力がある。6 ヶ所の積付け部全体は、石炭の粉塵による周辺地域への影響を避けるために膜構造の粉塵飛散防止カバーで覆われており、平面的には図 1 に示す六角形の形状である。積付けの直径は 84.4m あり、上部に設置したベルトコンベアを利用して石炭を上から落とし込んで、高さ 34.4m まで山積みする。山積みされた石炭は必要に応じて地中に設置した洞道内払い出し装置を用いて搬出される。

積付け部（1 ヶ所）の断面図を図 - 2 に示す。積付け基礎部は、埋立地が軟弱地盤であるため、深層混合処理工法による杭形式の部分改良とした。また積付けに石炭を載せた時、改良杭と改良杭周りの地盤が複合地盤として挙動することを考慮に入れて、改良杭の設計一軸圧縮強さを  $q_u=0.49\text{MN/m}^2$  の低強度とした。このような低強度改良の深層混合処理工法では、品質を確保するのに必要な最低スラリー量を確保する必要がある。このため、セメント量の一部を石炭灰で代替する FC 深層混合処理工法を積付け基礎に採用した。

洞道部は積付け基礎との不同沈下を避ける基礎形式であること、山留めは施工工期の短縮と施工性が良い無支保工形式<sup>2)</sup>とすることから、これらの点を満足できるブロック形式の地盤改良工法を採用することとし、この部分（DOC 部と記す）の改良も FC 深層混合処理工法とした。



図 - 1 石炭の積付け状況図  
(黒く見えるのが石炭山)

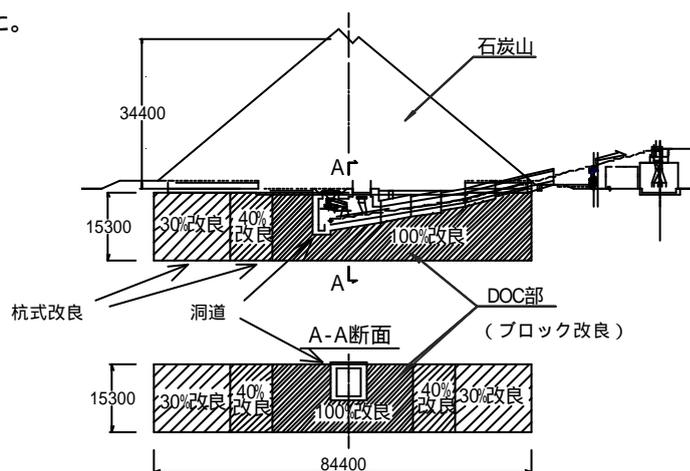


図 - 2 積付け部（1 ヶ所）の断面図

### 3. 室内配合試験

建設地は GL-16m 付近までが平均 N 値 5 程度の粘性土と砂質土の互層からなる沖積層で、その下は N 値 10 以上の洪積層である。固定式シンウォールサンプラーを使って沖積層から採取した試料土を砂質土と粘性土にグルー

キーワード：深層混合処理 石炭灰 配合設計 室内試験

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 TEL 082-241-0211 FAX 082-242-5989)

(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)

(株)竹中工務店技術研究所 (〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 TEL 0476-47-1700 FAX 0476-47-3060)

表 - 1 試料土の土質試験結果

		砂質土	粘性土
土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )		2.642	2.663
含水比 (%)		20.9	41.3
液正限界 (%)		NP	47.1
塑性限界 (%)		NP	22.2
塑性指数		NP	24.9
粒度	砂礫分 (%)	94.3	34.8
	シルト分 (%)	3.7	36.5
	粘土分 (%)	2.0	28.7

ブ分けし室内配合試験を実施した。表 - 1 に試料土の土質性状を示す。

室内配合試験では、普通ポルトランドセメントに対する石炭灰の添加率を4種類に変えた FC スラリーを用い、水改良材比  $W/(F+C)$  は80%で行った(ただし、砂質土ではブリーディングを考慮した混練水量の補正を行っている)。混練水は現地の海水を用いた。粘性土の含水比は試料土中の最大含水比である51%に調整した。

石炭灰は、セメントの水和反応によって生成する水酸化カルシウム  $[Ca(OH)_2]$  とポゾラン反応によって硬化体を生成する。この硬化のメカニズムから考えた場合、石炭灰を添加した効果は、特にポゾラン反応性が低い土の時、土の細粒分の少ない時、添加セメント量が多い時に高められることが考えられる。

図 - 3 ~ 4 に室内配合試験結果を示す。図 - 3 のポゾラン反応性が低く、土の細粒分が少ない砂質土では、セメント単味と比較して FC 改良土が2倍程度の強度が発現しており、石炭灰を添加した効果が明確に得られた。一方、図 - 4 の土の細粒分が多い粘性土では、セメント量が多くなると FC 改良土の強度がセメント単味の改良土と同等近くまで高くなる傾向は見られるが、強度発現に対して石炭灰添加の効果は見られなかった。

改良土の28日強度と91日強度を比較した場合、図 - 5 に示す砂質土ではセメント単味と比較して FC 改良土が91日強度の伸びが大きくなる傾向が見られる。これに対して図 - 6 に示す粘性土では、セメント単味と FC 改良土で91日強度の伸びに大きな差は見られなかった。

#### 4. まとめ

FC 改良土の室内試験結果から以下のことがいえる。

砂質土では石炭灰を添加することによる強度増加効果があり、また長期材令における強度増加が見られた。

粘性土ではセメントに対する石炭灰添加率を60%とした FC 改良材を用いると、セメント単味とほぼ同等の強度が得られた(このことはDOC部の配合に反映させた)。

本研究を行うにあたり多大なご協力を頂いた(株)竹中工務店・三井建設(株)・(株)竹中土木共同企業体他関係各位に御礼申し上げます。

【参考文献】1) 栗崎夏代子・野口俊介・東健一・高橋邦夫(1998)フライアッシュを利用した深層混合処理土の強度特性について、第33回地盤工学研究発表会、pp2199-2200 2) 青木雅路・佐藤英二・吉岡裕・西岡成(1994)深層混合処理土を用いた自立山留めの挙動、第29回土質工学研究発表会、pp1717-1718

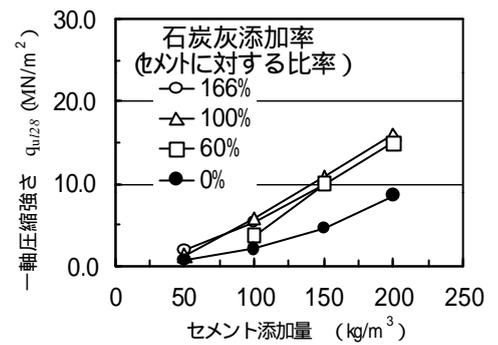


図 - 3 砂質土の強度試験結果

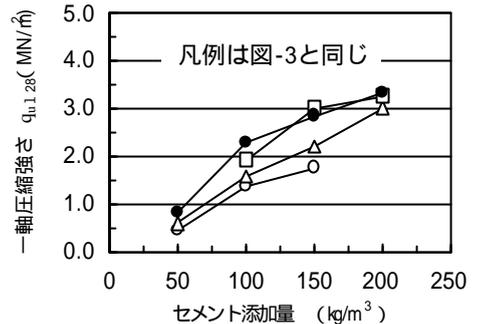


図 - 4 粘性土の強度試験結果

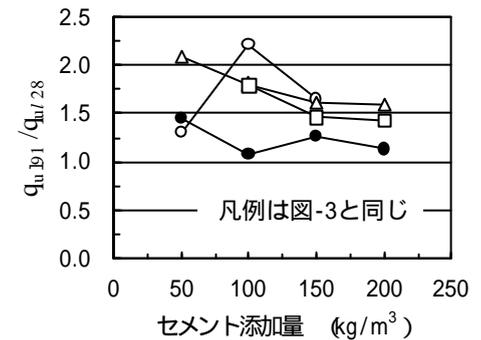


図 - 5 砂質土の  $q_{u/28}$  と  $q_{u/91}$  の比較

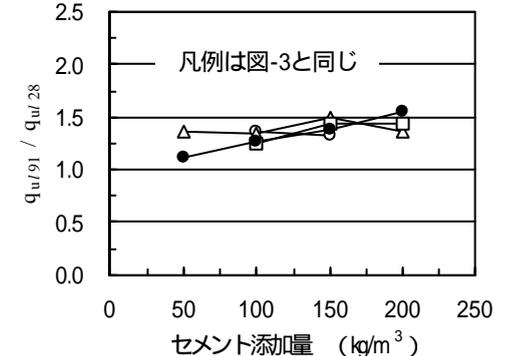


図 - 6 粘性土の  $q_{u/28}$  と  $q_{u/91}$  の比較