

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 -

中国電力（株）正会員 齊藤 直、安野 孝生
 （株）竹中土木 正会員 ○津國 正一、池川 哲也

1. はじめに

FC 深層混合処理工法では埋立てシルト層で水改良材比 70%での施工実績¹⁾はあるが、水改良材比 70%未満という条件での施工実績が無い場合、水改良材比が下がり単位水量が減少した条件下での改良土の強度特性と施工性を把握する目的で、配合条件はスラリーの製造検討²⁾によって得られた水改良材比 50%の配合を中心として現地試験施工を行ない、コアボーリングで採取した粘性土層での改良土の試料を用いて行った一軸圧縮強度試験結果と施工性について報告する。

2. 現地試験施工サイトの地盤条件

現地試験施工は千葉県習志野市内で行った。図-1 に現地試験施工サイトのボーリング柱状図を示す。GL -6m 付近までは粘性土層で地山含水比 52~114%、N 値は 2~4 である。GL -7m 以深は N 値 10 以上の細砂層。粘性土層と細砂層の土質試験結果を表-1 に示す。

3. 現地試験施工で使用した配合

現地試験施工では表-2 に示す材料を使用し、表-3 に示す 5 配合に対して各 1 本の改良杭を打設した。図-2 に示すように使用した石炭灰の粒度分布は普通ポルトランドセメントに近く、均一なスラリーが製造された。配合はセメント添加量を 159kg/m³ に固定し、石炭灰混合量と単位水量をパラメータとして施工性と改良土の強度特性を検討できるように決定した。CASE-2~CASE-4 ではポリカルボン酸系分散剤を粉体に対して 0.17%添加し、ポンプ圧送できるようにスラリーの粘性を低下させた。

4. 現地試験施工結果

スラリーの圧送には CDM 工法で通常用いられている最大吐出量 350 ℓ / 分のプランジャーポンプ 2 台を使用した。表-4 に示す P ロート流下時間は水改良材比 80%の CASE-1 が 9.1 秒と最も低く、水改良材比 50%で石炭灰混合率 100%と粉体量が最も多い CASE-4 が 12.0 秒と最も長かった。施工時のポンプ吐出圧は P ロート流下時間が最も長く粘性が高い CASE-4

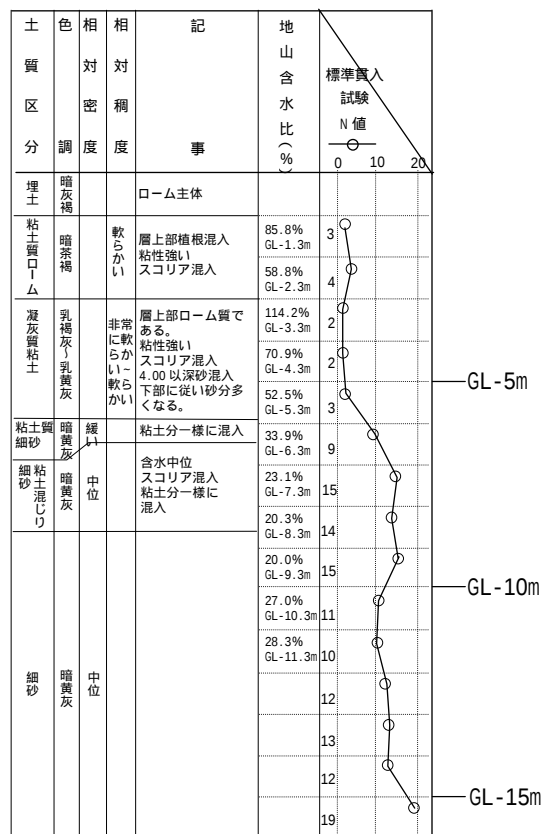


図-1 ボーリング柱状図

表-1 土質試験結果

	粘性土層	細砂層
土粒子の密度(g/cm ³)	2.702	2.690
平均含水比 (%)	82.4	23.7
平均粒度		
砂分 (%)	24.6	82.1
シルト分 (%)	35.9	11.3
粘土分 (%)	39.5	6.6

表-2 現地試験施工での使用材料

種別	使用材料	比重(g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.15
石炭灰	石炭灰	2.55
水	上水道水	1.0
混和剤	ポリカルボン酸系分散剤	1.15

表-3 現地試験施工で使用した配合

配合	α_F (kg/m ³)	α_C (kg/m ³)	石炭灰混合率 α_F / α_C (%)	α_W (kg/m ³)	$\alpha_W / (\alpha_F + \alpha_C)$ (%)	スラリー量 (L/m ³)	混和剤添加率 $\alpha_{Ad} / (\alpha_F + \alpha_C)$ (%)
CASE-1	0	159	0	127	80	177	-
CASE-2	0	159	0	79.5	50	130	0.17
CASE-3	79.5	159	50	119	50	200	0.17
CASE-4	159	159	100	159	50	272	0.17
CASE-5	79.5	159	50	159	67	240	0.17

$\alpha_F, \alpha_C, \alpha_W$: 土 1m³ 当りの石炭灰添加量, セメント添加量, 水添加量 (kg)

α_{Ad} : 粉体 ($\alpha_F + \alpha_C$) に対するポリカルボン酸系分散剤添加量(kg)

キーワード: 深層混合処理 石炭灰 現地 分散剤

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 082-523-6362 FAX 082-523-6367)
 (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)

表 - 4 現地試験施工結果一覧

配合	水改良材比 (%)	石炭灰混合率 (%)	ポート流下時間 秒	ポンプ吐出圧 Mpa	現場改良土の一軸圧縮試験				
					サンプル数	平均含水比 (%)	平均湿潤密度 (g/cm ³)	一軸圧縮強さ(Mpa)	
								平均値(q_{uf})	変動係数(%)
CASE-1	80	0	9.1	0.57	11	69	1.59	19.25	36
CASE-2	50	0	10.1	0.77	12	59	1.61	25.47	46
CASE-3	50	50	11.1	0.68	12	56	1.62	20.09	25
CASE-4	50	100	12.0	1.17	12	52	1.67	25.77	22
CASE-5	67	50	9.6	0.67	12	55	1.63	20.83	28

で 1.17Mpa と最も高かったが、ポンプ圧送限界の 2.0Mpa に対しては十分余裕があったことから、分散剤を用いて粘性を低下させることで、水改良材比 50% の石炭灰混合スラリーを圧送して土と混合することが可能なことが確認できた。

改良土の強度を調べるために $\phi 86\text{mm}$ のコアボーリングを打設後 15 日目に行ない、採取したコアから一軸圧縮強度試験用供試体をほぼ深度が均等になるように深度 1m 毎に 3 個採取し 28 日強度を求めた。また採取したコアの観察結果からは、各ケース共スラリーが混合していない部分は見られなかった。

各ケース共 GL-1m ~ GL-5m の供試体での平均一軸圧縮強度を求め、各ケース間での比較を行った。一軸圧縮強度試験結果の一覧を表-4 に示す。図-3 より水改良材比が低下すると平均一軸圧縮強度が大きくなる傾向があることが分かる。水改良材比 50% で、石炭灰混合率と改良土強度の関係をしてみると、石炭灰無混合の CASE-2 と石炭灰混合率 100% の CASE-4 の平均一軸圧縮強度はほぼ等しく、石炭灰無混合で水改良材比 80% の CASE-1 に比べて 32% ~ 34% 強度が高く出ており、水改良材比を低下した効果が表れている。

図-4 より水改良材比 50% の低水改良材比の条件下でも、石炭灰混合率が高くスラリー注入量が増加すると一軸圧縮強度の変動係数が小さくなる傾向が得られており、スラリー注入量が最も多い CASE-4 では変動係数が 22% と最も低く、石炭灰を混合することによるスラリー量の増加で改良土の品質が向上していることが確認できた。水改良材比 70% の石炭灰混合スラリーを用いた施工結果でも同様の傾向³⁾が得られていることから、注入スラリー量が十分であれば水改良材比を低下させても高品質の改良土が得られると言える。

5. まとめ

今回の現地試験施工で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 水改良材比を低下させることにより現地改良土の強度が増加する傾向がある。
- (2) 水改良材比を 50% に低下させてもスラリー注入量が $200 \ell / \text{m}^3$ 以上あれば、一軸圧縮強度の変動係数 25% 以下の高品質の改良土が施工できた。

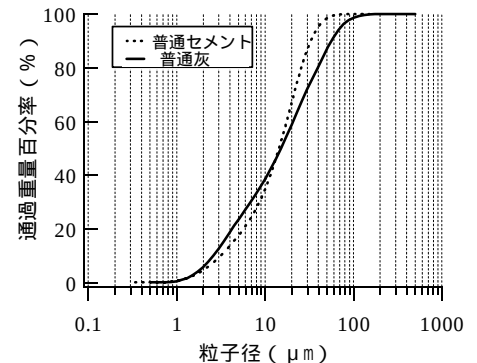


図 - 2 石炭灰とセメントの粒度分布

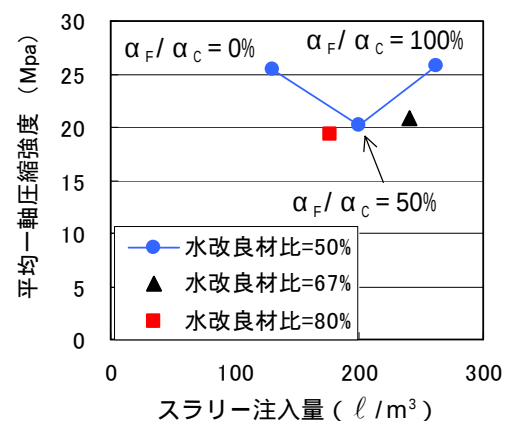


図 - 3 スラリー注入量と平均一軸圧縮強度の関係（粘性土層 GL-1m ~ -5m）

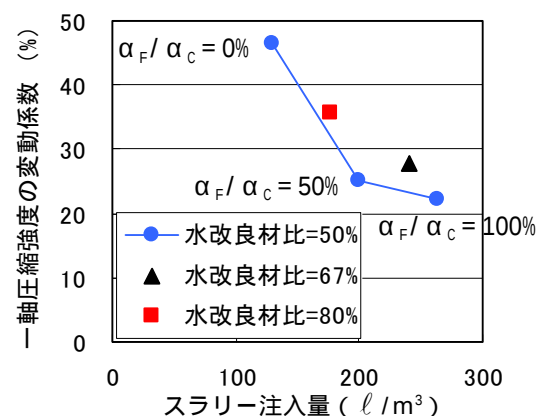


図 - 4 スラリー注入量と変動係数の関係（粘性土層 GL-1m ~ -5m）

【参考文献】1) 中下明文・斎藤直・樋野和俊・津國正一・田村博邦・大西常康・斎藤聡・黒島一郎・(2000) FC 深層混合処理工法による石炭中継基地の地盤改良（その 2 現地施工）, 第 55 回土木学会年次学術講演会, -B232 2) 斎藤直・安野孝生・津國正一・安藤慎一郎・野田泰・伊藤篤司 (2002) 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（スラリーの製造検討）, 投稿中 3) 新谷登・斎藤直・樋野和俊・中野徹・大田恵智・津國正一・池川哲也 (2000) 加圧流動床石炭灰（P F B C 灰）を用いた深層混合処理土の特性（現地試験施工）, -B233