

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2 現地施工）

中国電力(株) 正会員 中下 明文、斉藤 直、樋野 和俊
 (株)竹中土木 正会員○津國 正一、田村 博邦、大西 常康
 (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

『その1 室内配合試験』で得られた結果を基に行ったFC深層混合処理工法による試験施工結果と、本施工での強度試験結果について報告する。本施工における地盤改良土量は、積付け部 107,000m³、DOC部 78,000m³の合計 185,000m³である。

2. 現地試験施工

表－1に積付け部とDOC部の地盤改良杭の設計条件を示す。設計強度は28日強度とした。地盤改良を行うGL-16m付近までの沖積層は砂質土と粘性土が互層になっているが、大きく分けると図－1に示すように粘性土優勢部（積付け1カ所半）と砂質土優勢部（積付け4カ所半）に分けられる。試験での配合と試験位置を決めるにあたっては次の点に留意した。

①室内配合試験結果より、同一セメント量では砂質土に比べて粘性土の強度発現が低いため、配合は粘性地盤（図－1の（イ））での配合試験結果から決定した。

②積付け部の設計基準強度 $\bar{q}_{uck} = 0.49 \text{ MN/m}^2$ は低強度改良であるため、品質を確保するために必要な最低スラリー量付近で配合が決まると想定される。最低スラリー量は石炭灰を用いたこれまでの施工例¹⁾と、室内配合試験を参考に173ℓ/m³以上とした（普通ポルトランドセメント添加量75kg/m³以上、セメントに対する石炭灰添加率100%以上、水改良材比 $W/(F+C)$ は80%とする）。

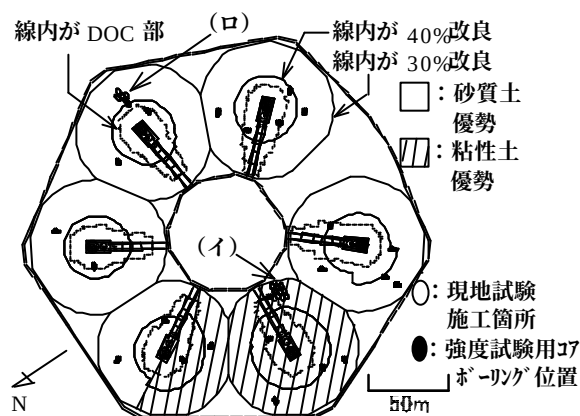
③DOC部ではセメント単味とほぼ同等の強度が発現する石炭灰添加率60%の配合とし、セメント量を減らすために $W/(F+C)$ は70%に下げた（積付け部の80%に対して）。

表－2に試験施工で実施した配合の一覧と一軸圧縮試験結果を示す。採取したコアの強度試験は、上層（GL-3m）、中層（GL-8m）、下層（GL-13m）の3ヶ所で各3供試体に対して行った。図－2に示す積付け部の試験結果より、石炭灰添加率100%、改良材が最低

表－1 改良杭の設計条件

	許容圧縮応力 s_{ca}	安全率 F	設計基準強度 $\bar{q}_{uck}$	現場と室内の強度比設定 $\bar{q}_{uf}/\bar{q}_{ul}$	室内目標強度 $\bar{q}_{ul}$
積付け	0.49	1.0	0.49	0.5	0.98
DOC	0.49	3.0	1.47	0.5	2.94

強度の単位は MN/m²



図－1 平面図

表－2 現地試験施工で実施した配合と強度試験結果

配合	α_F (kg/m ³)	α_C (kg/m ³)	石炭灰添加率 α_F/α_C (%)	$\alpha_w/(\alpha_F+\alpha_C)$ (%)	スラリー量 (ℓ/m ³)	現地平均強度 $\bar{q}_{uf}$ (MN/m ²)	$\bar{q}_{ul}$ (MN/m ²)	$\bar{q}_{uf}/\bar{q}_{ul}$
①	75.0	75.0	100	80	173	0.80	1.53	0.52
②	87.5	87.5	100	80	202	1.03	1.76	0.59
③	156.2	93.8	166	80	292	1.02	1.57	0.65
④	125.0	75.0	166	80	234	0.58	1.31	0.44
⑤	93.75	156.25	60	70	260	2.77	4.65	0.60
⑥	75.0	125.0	60	70	208	2.08	3.92	0.53
⑦	112.5	187.5	60	70	312	4.09	5.22	0.78

α_F , α_C , α_w : 土1m³当りの石炭灰添加量、セメント添加量、水添加量 (kg)

キーワード：深層混合処理 石炭灰 現地

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)

であるセメント添加量 75kg/m^3 の配合で、改良土の現地平均強度 $\bar{q}_{uf}$ が $\bar{q}_{uck}=0.49\text{MN/m}^2$ を上回っていることから、積付け部の配合は $W/(F+C)$ が 80%、石炭灰添加率 100%でセメント添加量を 75kg/m^3 とした。また DOC 部については、図-3 よりセメント添加量 125kg/m^3 で現地平均強度 $\bar{q}_{uf}$ が $\bar{q}_{uck}=1.47\text{MN/m}^2$ を上回っていることから、DOC 部の配合は $W/(F+C)$ が 70%、石炭灰添加率 60%でセメント添加量を 125kg/m^3 とした。

砂質地盤ではスラリー量が少ないと処理機の地盤中への貫入が困難なため、積付けの配合については図-1 (ロ) に示す砂質土優勢部で、施工に関する試験施工を行い、施工性に問題が無いことを確認した。

3. 本施工

本施工の改良杭の強度確認のために行ったコアボーリングの位置を図-1 に示す。当初コアボーリングは改良杭 250 本に 1 回、1 積付けで 5ヶ所の割合で実施していたが、強度試験結果に問題が無かったため途中から頻度を落とし、最終的に 23 箇所で行った。1ヶ所のコアボーリングからは GL-4m~6m の範囲で 3 個、GL-11m~15m の範囲で 3 個の合計 6 供試体に対して強度試験を実施した。表-3 に強度試験結果の一覧を示す。改良対象地盤は砂質土と粘性土が互層になっている部分が多いため、コアの観察結果と含水比から総合的に判断して砂質土、砂質粘性土と粘性土に 3 分類して試験結果を整理した。

図-4 と 5 の含水比と現地改良土の平均強度の関係から、粘性土と砂質粘性土の間には現地改良土の強度に大きな開きが無いのに対して、砂質土は粘性土・砂質粘性土と比較して現地改良土の強度が大きく発現しており、室内配合試験で得られたのと同じ傾向が得られた。また現地改良土の強度は改良土含水比が 20%付近で急激に変化していた。

現地改良土の強度の変動係数は 19%から 36%の範囲にあり、通常のセメント系の改良土の変動係数 25~35%²⁾と同等あるいはそれ以上に良好な結果が得られた。室内強度と現場強度の比は 0.62 から 0.80

の間にあり、砂質地盤で 0.62 と低かったのは、室内配合試験での混練水の取扱いに関係しているとも考えられる。

4. まとめ

今回の施工を通じて、FC スラリーによって施工された改良地盤の品質にばらつきが少なく、

深層混合処理工法での最低スラリー量を確保するために、石炭灰がセメントの代替材として十分機能することが確認された。今後、FC スラリーを用いた施工を積重ね、改良対象土の性状と FC スラリーの効果の関係を十分に把握し、またさらなるコストダウンの工夫を加えることにより、FC 深層混合処理工法の適用範囲を広げていく必要がある。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関係各位に御礼申し 【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)地盤工学会：地盤改良効果の予測と実際(2000), pp215

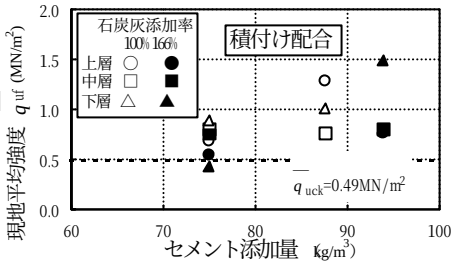


図-2 積付け部の強度試験結果 (試験施工)

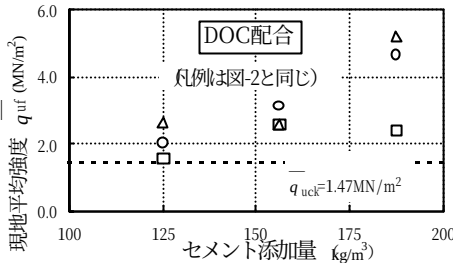


図-3 DOC 部の強度試験結果 (試験施工)

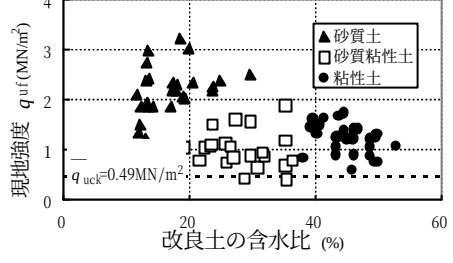


図-4 積付け部の強度試験結果 (本施工)

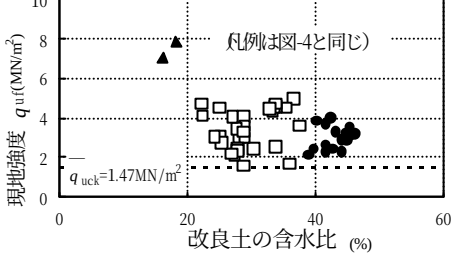


図-5 DOC 部の強度試験結果 (本施工)

表-3 本施工強度試験結果一覧と室内強度との比較

施工区分	土層区分	現場改良土の一軸圧縮試験					室内強度との比較	
		サンプル数	平均含水比 (%)	平均湿潤密度 (g/m^3)	一軸圧縮強さ (MN/m^2)		室内強度 $\bar{q}_{ul}$	$\bar{q}_{uf}/\bar{q}_{ul}$
					平均値 $\bar{q}_{uf}$	変動係数 (%)		
積付け部	砂質土	26	16.9	2.014	2.21	21.4	3.56	0.62
	砂質粘性土	29	28.3	1.873	1.02	36.5	—	—
	粘性土	22	45.0	1.744	1.22	24.2	1.53	0.80
DOC 部	砂質土	2	17.2	2.058	7.49	—	—	—
	砂質粘性土	17	29.5	1.895	3.47	28.9	—	—
	粘性土	29	43.1	1.763	3.00	19.1	3.92	0.77