

石炭灰原粉による礫混りシルト・細砂の改良特性（小郡駅前区画整備工事での試験施工結果）

中国電力株式会社 土木部 ○正会員 安野 孝生
中国電力株式会社 土木部 正会員 斉藤 直
中電技術コンサルタント 山口支社 岡部 学

1. 概 要

山口県小郡駅前区画整備事業において発生する掘削土は、締め固め性能の低い礫混り軟弱シルト・細砂であり、天日乾燥による抜気だけでは路床・宅地造成のために必要な強度が得られないことから、何らかの安定処理が必要とされた。本稿では、石炭灰原粉を活用した改良材について、粉体量と混合時間の関係を明らかにし、材料コストの低減と施工能率向上による低コスト改良を見い出すことを主目的として実施した現場実証試験工事で得られた成果を紹介する。

2. 材 料

抜気後の安定処理対象土は表－1に示すとおり最適含水比が10%と低く、抜気後の自然含水比状態では締固め度が85%程度で十分な締固め管理もできないことから、表－2に示す石炭灰原粉と、セメントをF:C=85:15に混合した改良材を使って試験施工を実施した。

表－2 石炭灰(原粉)の性状

項目	単位	物性値	化学組成
強熱減量	%	2.66	
湿分	%	0.17	
MB吸着量	mg/g	0.39	
フロー値	%	106.0	
比表面積	cm ² /g	2,700	
活性度(28日)	%	85.2	

表－1 安定処理対象土の性状

土質分類		シルト質レキ質砂			
試料番号		No. 1		No. 2	
粒度	レキ分	40.2%	(砂・レキ)	15.9%	(砂・レキ)
	砂分	41.5%	81.7%	56.9%	72.8%
	シルト分	11.6%	(シルト・粘土)	19.1%	(シルト・粘土)
	粘土分	6.7%	18.3%	8.1%	27.2%
コンシス	液性限界	33.8%		30.5%	
テンシー	塑性限界	20.8%		20.6%	
最大乾燥密度		1.869 g/cm ³		1.846 g/cm ³	
最適含水比		10.6%		12.7%	
自然含水比		19.4%		22.1%	

3. 改良目標強度

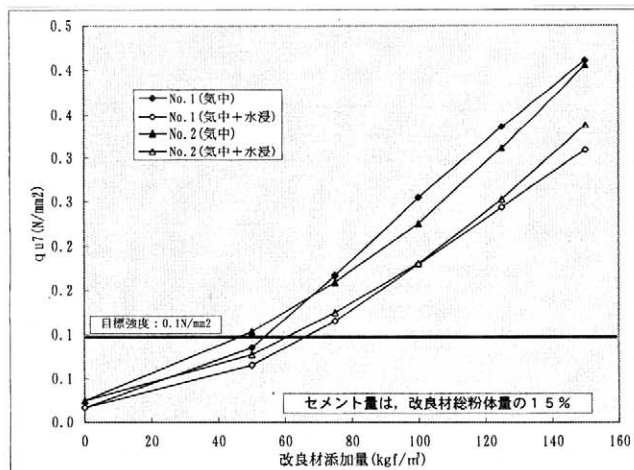
改良目標強度は、材令7日強度を対象として、完成後の用途毎の必要強度から右表－3に示す改良目標強度を設定した。

4. 室内試験結果

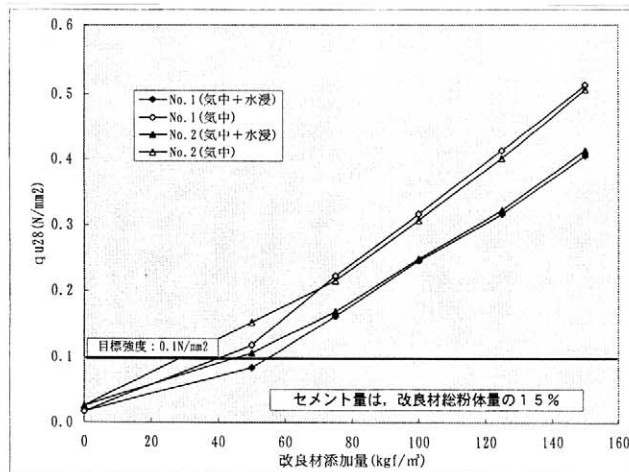
改良対象土の室内一軸圧縮強度試験結果を図－1、2に示す。7日材令を基準とすれば現場での強度割増しを考慮し($q_u=0.2\text{N/mm}^2$), 80kgf/m³程度の添加量で目標強度を満足することができ、28日材令では50kgf/m³程度の添加量で目標強度を満足する。(水浸による強度低下は、約20～30%程度であった。)

表－3 現場での改良目標強度

$q_{u7}=0.1\text{N/mm}^2$ (宅地)
現場CBR(7日)=6～12% (路床)



図－1 一軸圧縮試験結果(7日)



図－2 一軸圧縮試験結果(28日)

キーワード：石炭灰、安定処理、改良材、施工能率、コスト低減

連絡先：中国電力(株)土木部 (〒730-8701 広島市中区小町 4-33 TEL(082)241-0211 FAX(082)523-6367)

5. 実証試験結果

5.1 実証試験方法

試験工事は、1 配合当たり約 5 m³の土を 0.4 m³バックホウにより混合を行った。混合時間は、混合能力の向上を期待して、表－5 に示す 2 指標で行った。改良効果の確認は、コーン貫入試験、一軸圧縮試験、現場 CBR により実施し、石炭灰改良材の特性評価を行った。なお、配合については、①室内試験に基づく配合、②混合時間を短くした際に強度確保も期待した配合の 2 種類で表－6 のとおり実施した。

表－5 混合時間

試験施工 状況	混合時間	通常混合	短時間混合
	均し時間	15分	7分
	計	3分	3分
	混合量	18分	10分
能率(混合時間のみ)		5m ³	5m ³
		20.0m ³ /hr	42.9m ³ /hr

表－6 実施配合とその考え方

	添加量	混合方法	配合選定の考え方
配合1	80kgf/m ³ 1m ³ 当り(石炭灰:68kg,セメント:12kg)	①通常 ②短時間	室内試験配合
配合2	150kgf/m ³ 1m ³ 当り(石炭灰:127.5kg,セメント:22.5kg)	①通常 ②短時間	短時間配合で室内試験強度を確保する配合、路床等に活用が可能な配合を勘案して決定。

5.2 実証試験結果

(1) コーン貫入試験 (表－7)

コーン貫入試験の結果、宅地基準強度 0.4N/mm² に対して次のような知見が得られた。

- ・ 150kgf/m³の添加量では、混合時間が短時間であっても翌日には貫入不能となるまで強度を確保することができる。
- ・ 80kgf/m³の添加量では、通常の混合時間では 7 日強度で確保可能である。添加量が少ないと短期間の混合ではバラツキが大きく強度確保が困難である。

(2) 一軸圧縮強度試験

一軸圧縮強度試験結果は表－8 に示すとおり粉体量が少ないほど強度低下する傾向となるが、短期混合の場合ではその傾向が著しくなる。150kgf/m³の添加量では短時間混合でも室内試験結果の 80%程度の強度確保が可能であることがわかり、また、現場で水浸の影響を受けても品質の確保ができることがわかった。

(3) 現場 CBR 試験・転圧状況

現場 CBR 試験結果を表－9 に示す。この結果から添加量が 150kgf/m³であれば路床として十分使用できる。また、現場での転圧状況は表－10 に示すとおり、バックホウでの 4 回転圧程度の軽い転圧で締固めが可能であり、また、転圧可能時間も 150kgf/m³の添加量では即時転圧が可能な状況となる。

表－9 現場 CBR 試験結果

		現場 CBR 値 (7 日)			乾燥密度 (g/cm ³)
		試験 No. 1	試験 No. 2	平均	
80kg	通常	6.7 %	2.8 %	4.8 %	1.481
	短時間	4.7 %	2.6 %	3.7 %	1.555
150kg	通常	24.9 %	38.9 %	31.9 %	1.584
	短時間	32.1 %	7.3 %	19.7 %	1.517

6. 結論

石炭灰改良材を使用する場合、所要の粉体量を添加することで含水比を低下させることができ、取扱い性が向上することによりセメント単体の改良材よりセメント量を低減できる。また、セメント系の固化材に比べて硬化作用が低いため、粉体量の増加につながるが、所要の品質を確保した上で改良材混合時間の短縮ができることがわかり、材料費と共に施工費も大幅に低減できることがわかった。石炭灰改良は、従来の固化材単体の改良材に比べ、60%の低コストで施工が可能となり、この結果を受けて H 1 1 年度末以降の実工事に採用していく予定である。

本実証試験工事は、小郡町都市開発課との共同研究を行ったものであり、小郡町都市開発課の関係各位に格別なるご協力をいただいた。この場を借りて厚くお礼を申し上げます。

表－7 コーン貫入試験結果

	混合時間	150kgf/m ³		80kgf/m ³	
		通常	短期	通常	短期
平均値	直 後	2.62	1.61	0.50	0.31
	1 時間後	4.41	3.00	1.05	0.77
	6 時間後	8.87	5.99	1.80	1.64
	1 日後	貫入不能	貫入不能	3.85	3.60
	7 日後	貫入不能	貫入不能	貫入不能	6.02
最小値	直 後	0.99	0.56	0.07	0.07
	1 時間後	2.82	0.71	0.35	0.07
	6 時間後	0.85	0.85	0.49	0.35
	1 日後	貫入不能	貫入不能	0.71	0.42
	7 日後	貫入不能	貫入不能	10.58	0.42

表－8 一軸圧縮試験結果 (7 日材令)

添加量	80kgf/m ³	強度比 (現場/室内)	150kgf/m ³	強度比 (現場/室内)
混合条件				
通 常	0.14N/mm ²	79%	0.44N/mm ²	108%
短時間	0.07N/mm ²	37%	0.31N/mm ²	76%

表－10 転圧状況

添加量	転圧可能時間	転圧回数
80kg	2hr 後	4 回 (バックホウ)
150kg	24hr 後	4 回 (バックホウ)