

石炭灰改良材による軟弱地盤の表層改良効果

山口大学大学院 学生会員 ○濱野吉章 林 一智
山口大学工学部 正会員 兵動正幸 吉本憲正
日本国土開発（株）正会員 二宮康治
沖縄電力（株） 仲本文範

1. まえがき

近年、湾岸開発の増加に伴い、軟弱な埋立て地盤の改良の必要性が大きくなっている。特に浚渫土で埋立てた地盤では含水比の高い軟弱地盤となり地盤沈下防止や支持力増加のための地盤改良が実施される¹⁾。この場合、初期段階において、地盤表面のトラフィカビリティ確保のための表層改良が必要となる。本研究では産業廃棄物の一種であり、近年埋立てや地盤安定処理の材料としての有効利用が注目されている石炭灰を用い、さらにセメントを混合して軟弱地盤の表層改良の有効性について検討を行う。

2. 試料および実験概要

実験対象試料は沖縄県中城湾の浚渫土であり、石炭灰と高炉セメントを混合したものを石炭灰改良材として用いた。沖縄浚渫土はサンゴれき混じり土²⁾で枝サンゴの破砕片の混入が見られるが、それらはあらかじめ供試体作製時に取り除いた。また、石炭灰はオーストラリアのペタンギス炭から出たものを使用した。この表 1 に用いた試料の物理試験結果を示す。

浚渫土は様々な含水比の軟弱地盤に対応可能にするため含水比 $w=80\%$ 、 120% 、 180% に調整を行った。改良材の配合比は石炭灰とセメントの重量比 $F/C=10/2$ を基本配合とし、経済性・施工性を考慮して、よりセメント量の多い配合比 $F/C=10/5$ についても試験を実施した。改良材添加率は予備実験による結果から目標強度 ($q_c=1400\text{kPa}$: 室内試験と現場の強度比である現場強度比²⁾) が得られる値を推定し、決定した。また配合比が $F/C=10/5$ の場合、単位セメント量が各含水比の改良材添加率 ($w=80\%$; 50% 、 $w=120\%$; 90% 、 $w=180\%$; 120%) における単位セメント量と同一となるようにし、以後の検討が十分に行える計画とした。単位セメント量とは、改良土に含まれているセメント量を 1m^3 当りに換算したものである。なお、改良材添加率は浚渫土の乾燥重量に対する比率としている。表 2 に試験条件を示す。

このような試料に対し、コーン貫入試験と一軸圧縮試験を行った。改良目標は現場コーン指数(q_{cd}) 700kPa で、室内試験と現場試験の強度比を 2 として、室内試験での目標コーン指数 q_{cd} を $1,400\text{kPa}$ とした。コーンの寸法は直径 2cm 、高さ 4cm 、先端角 30° の円すい形で、供試体は内径 10cm 、高さ 12.5cm の円柱形である。コーン貫入試験は 1cm/sec の貫入速度で行い、貫入抵抗値は貫入量が 5.0 、 7.5 、 10.0cm の 3 点で測定し、一軸圧縮試験は $1\%/\text{min}$ のひずみ速度で行った。

3. 試験結果および考察

図 1 に材齢 7 日、28 日におけるコーン指数と石炭灰改良材添加率の結果を示す。基本配合($F/C=10/2$)では、全ての含水比において石炭灰改良材添加率が増加することにより目標強度($q_c=1.4\text{MPa}$)に達することが分か

表 1 浚渫土および改良材の物理的性質

		浚渫土	石炭灰
土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)		2.752	2.204
自然含水比(搬入時) w_n (%)		45.44	0.00
粒度	れき分 $2\sim 75\text{mm}$ (%)	0.00	0.00
	砂分 $75\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ (%)	1.11	30.71
	シルト分 $5\sim 75\mu\text{m}$ (%)	63.16	67.00
	粘土分 $5\mu\text{m}$ 未満 (%)	35.73	2.29
	最大粒径(mm)	2.00	0.85
コンシ ステン シー特 性	液性限界 w_L (%)	66.72	45.80
	塑性限界 w_p (%)	26.12	NP
	塑性指数 I_p (%)	40.59	NP
	コンシステンシー指数 I_c	0.52	
pH		8.42	11.50

表 2 試験条件

含水比 w (%)	改良材添加率 (%)		単位セメント量 (kgf/m^3)
	$F/C=10/2$	$F/C=10/5$	
80	30		37
	50	22	55
	70		71
120	60		51
	90	38	70
	120		84
180	90		54
	120	50	67
	150		79

る。その時の添加率を算出したものを表3に示す。また、配合比の違いに着目すると、F/C=10/5では基本配合(F/C=10/2)の1/2程度の添加率で同程度のコーン指数が得られており、従って改良材の添加率を下げて同程度の強度を発現させるためには、石炭灰に対するセメントの配合比を増やせばよいということがわかる。図2では単位セメント量に注目した。基本配合(F/C=10/2)では、各含水比とも単位セメント量が増加するとともに強度が2次関数的に増加していることが分かる。また、配合比の違いに着目すると、同じ単位セメント量でもF/C=10/5のほうが、F/C=10/2より強度が低くなっている。この強度の差は、改良材を添加したことにより生じる供試体含水比の差のためだと考えられる。つまり同じ単位セメント量でも配合比が異なると添加率も異なり、供試体含水比の低下の程度も異なる。これが強度の差の主な原因であると思われる。図3では一軸圧縮試験における変形係数と石炭灰改良材添加率の関係を示す。ここでは石炭灰改良材添加率の増加に伴い変形係数も増加の傾向にあることが確認できる。図4はコーン貫入試験と一軸圧縮試験の関係を示したものである。これよりコーン強度は一軸圧縮強度のおよそ11.57倍であることが確認できる。したがって、目標強度に達する一軸圧縮強度はおよそ120kPaである。

4. まとめ

本研究では軟弱地盤の表層改良のため石炭灰改良材を用い、コーン貫入試験と一軸圧縮試験を行った。その結果、各材齢、各含水比において目標強度に達する石炭灰改良材の添加率が確認できた。また、コーン強度と一軸圧縮強度は $q_c=11.57q_u$ の関係にあることが確認できた。

【参考文献】 1) 中田明裕：軟弱土安定処理に用いるフライアッシュの有効性の向上に関する研究、第52回土工学研究発表会、p347、(2000)
2) 安藤祐：サンゴ礫混じり粘性土地盤の支持力・沈下特性と地盤改良効果、第28回土質工学研究発表会、596、(1993)

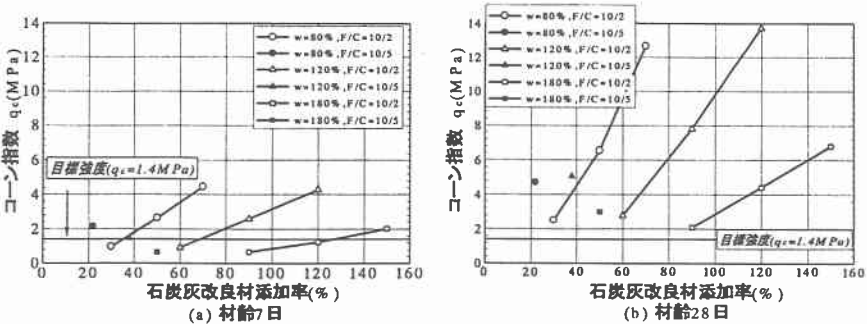


図1 コーン指数と石炭灰改良材添加率

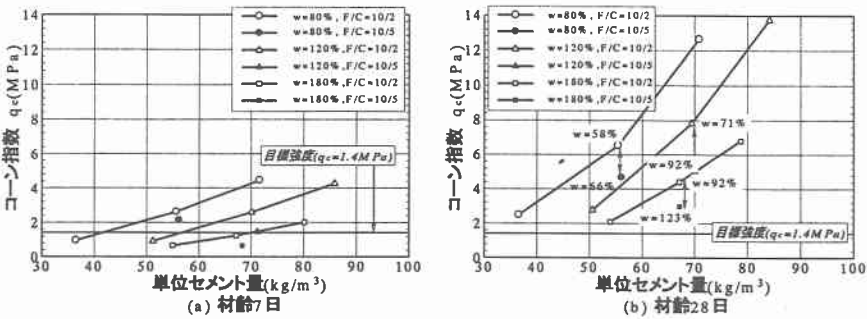


図2 コーン指数と単位セメント量

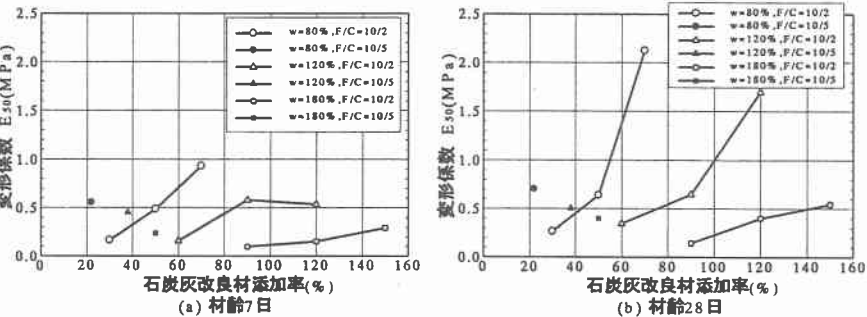


図3 一軸圧縮強度試験における変形係数と石炭灰改良材添加率

表3 目標強度に達する添加率

含水比 (%)	改良材添加率(%)	
	材齢7日	材齢28日
80	35.38	21.54
120	68.84	43.19
180	126.88	73.71

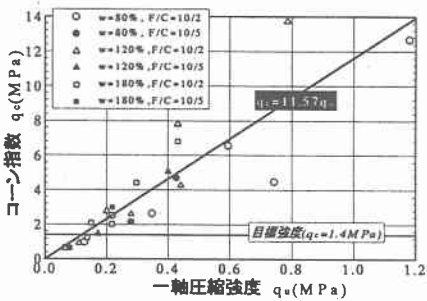


図4 コーン指数と一軸圧縮強度