第Ⅲ部門　　造粒石炭灰を混合した泥土の強度特性に関する研究

明石高専 都市システム工学科　学生員　○上平　拓弥
明石高専 都市システム工学科　正会員　友久　誠司
明石高専 都市システム工学科　正会員　鍋島　康之
明石高専技術教育支援センター　正会員　内藤　永秀
日工(株)　越知　沙織

１．まえがき

平成 17 年度の全国の産業廃棄物排出量は 4 億 2200 万ｔで、平成 2 年度以降の排出量はほぼ横ばいとなっている。しかし廃棄物の最終処分場の残余容量は年々減少しており、最終処分量を限りなくゼロに近づけることが環境保全の観点からも必要になってきている。

現在、日本は石炭火力発電がエネルギー総供給量の 18%に達し、発生する石炭灰は 1199 万トン(平成 19 年度)で、年々増加する傾向にある。この石炭灰は土木分野に 14%が再利用され、66%のセメント分野に次ぐ再利用率になっている。また、建設発生土は、各種の建設現場から約 2 億 4500 万 m^3(2004 年)排出されているが、その再生率は 65%に留まっている[1)]。よってこれらの廃棄物を有効に利用することが循環型社会の形成を目指す上で重要である。

本研究は、軟弱な泥土に石炭灰を混合して強度を改善し、建設材料として有効利用することを目的としている。改良した泥土の評価は CBR 試験で行い、具体的な目標値は、道路路床材の材料基準である CBR3%とする。

２．試料および実験方法

実験試料は、兵庫県明石市の地盤改良工事現場から発生した含水比 45%、CBRが 0%の高含水比で低強度の泥土であり、含水比を 40%、45%、50%の 3 段階に調整して用いる。泥土の強度を改善するための添加材は、流動床石炭灰に質量比で 5%の消石灰と 42%の水を加えて造粒したもの（表―2、以下、造粒石炭灰という）である。造粒石炭灰の吸水率は 45.5%であり一般的な砕石に比べて大変大きいものである。改良土の配合は、泥土の湿潤質量に対して造粒石炭灰を 10%、20%、30%添加、15cmモールドを使用して 3 層 92 回突固めて作製し(Ec=2500kJ/m^3)、0～14 日間養生後にCBR試験を行う。

表－1　泥土の物理的性質

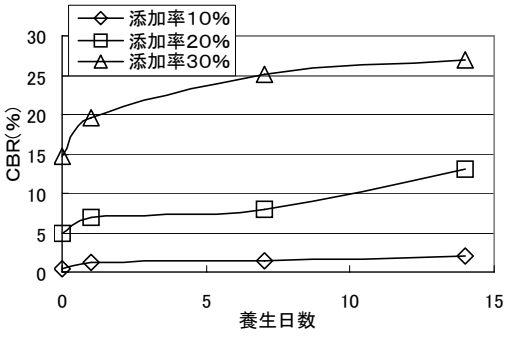
項目	試験値
土粒子密度(g/cm^3)	2.5
自然含水比(%)	44.6
液性限界(%)	50.2
塑性指数	32.2
CBR(%)	0.0

表－2　造粒石炭灰の物理的性質

項目	試験値
含水比(%)	18.4
単粒子密度(g/cm^3)	1.12
単粒子強度(N/mm^2)	0.28

３．結果と考察

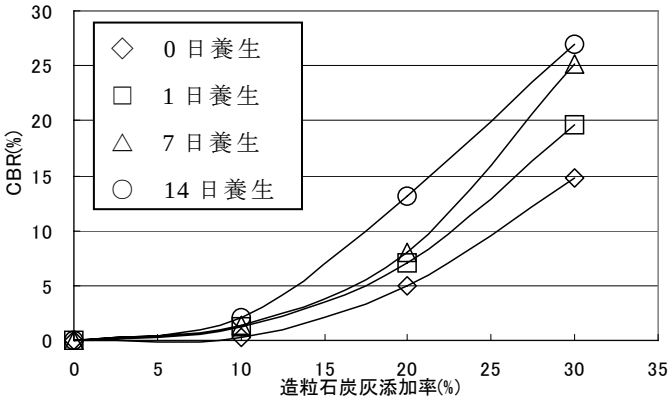
図－1 は、泥土含水比 45%の改良土の養生日数と CBR の関係である。造粒石炭灰混合直後の 0 日養生の CBR は添加率が 10%、20%、30%の改良土で 0.3%、4.9%、14.8%に増加する。そして 0 日から 7 日までの養生の経過により CBR は、それぞれの添加率で 1.1%、3.0%、10.3%増加し、さらに 7 日から 14 日養生までの養生の経過で CBR は、それぞれの添加率で 0.7%、5%、2%増加している。すなわ



図－1　改良土の養生日数と CBR の関係
（泥土含水比 45%）

Takuya KAMIHIRA,Seishi TOMOHISA,Yasuyuki NABESHIMA,Nagahide NAITOU and Saori OCHI

ち、改良土は養生初期の強度発現が顕著であることがわかる。一方、造粒石炭灰添加率 20%の改良土の含水比は、混合直後に 45%から 16%まで低下し、その後は養生とともに僅かに減少することが明らかになった。以上の結果、改良土の成形直後の強度増加は、造粒石炭灰添加による含水比の低下と粒度改善効果によるものであり、それ以降の養生に伴う強度増加は造粒石炭灰の吸水効果と考えられる。



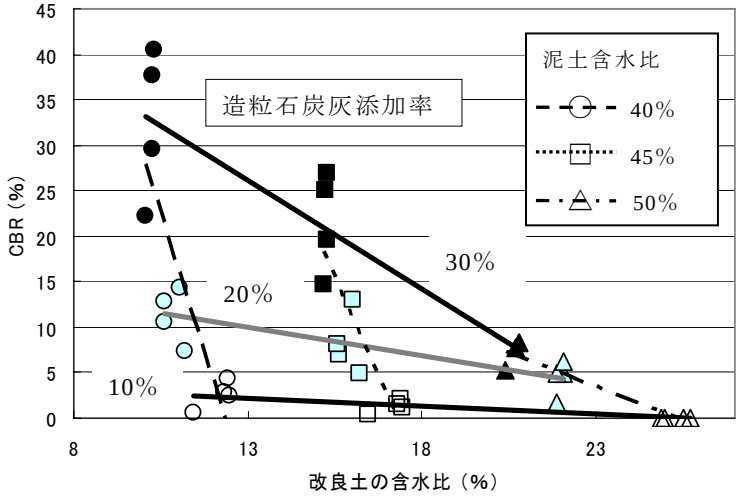
図－2　造粒石炭灰添加率と CBR の関係(泥土含水比 45%)

表－3　造粒石炭灰の単位添加率に対するCBR増加量(0日養生)

泥土含水比(%)	造粒石炭灰の添加率(%)		
	10	20	30
40	0.06	0.4	0.7
44	0.03	0.3	0.5
50	0	0.1	0.2

単位：CBR(%)/造粒石炭灰添加率(%)

図－2 は、泥土含水比が 45%の改良土の造粒石炭灰添加率と CBR の関係である。0 日養生で比較すると添加率が 10%、20%、30%に増加することで CBR は 0.3%、4.9%、14.8%増加している。表－3 は各泥土含水比改良土の造粒石炭灰の単位添加率に対する CBR 増加量である。これより造粒石炭灰の添加率が多いほど単位添加率あたりの CBR 増加量も大きくなり、また改良前の泥土の含水比が小さいほど単位造粒石炭灰添加率に対する CBR 増加量が大きくなることがわかる。



図－3　改良土の含水比と CBR の関係

図－3 は、改良土の含水比と CBR の関係を泥土含水比と造粒石炭灰添加率に関してまとめたものである。改良前の泥土含水比が低いほど回帰直線の勾配が急になり、改良土含水比の減少に対して CBR が急激に大きくなることがわかる。一方、造粒石炭灰添加率では、泥土の改良前の含水比に比べて緩やかではあるが、改良土の含水比減少による CBR の増加がわかる。これにより改良前の泥土の事前処理、および造粒石炭灰の添加率や養生に伴う改良土の含水比低下による CBR の改善効果を定量的に評価することが可能となる。

４．あとがき

高含水比で低強度の泥土に造粒石炭灰を添加した改良土の CBR の発現について以下のことが明らかになった。

(1) 改良前の泥土の含水比が小さいほど、また造粒石炭灰添加率を増やすほど、単位造粒石炭灰添加率に対する CBR 増加量が大きくなる。

(2) 改良土の強度改善は造粒石炭灰添加による粒度改善と含水比低下によるものである。

(3) 改良前の泥土の含水比と造粒石炭灰の添加率から、改良土の CBR を評価することが可能である。

参考文献　1）環境省：http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h20/index.html、取得日2009.2.25