

廃陶磁器と固化材による軟弱な建設発生土の地盤材料化について

佐賀大学 学 稗 良太
 佐賀大学 正 鬼塚克忠
 佐賀大学 正 根上武仁

1. はじめに

佐賀県は窯業が盛んであり、有田焼や伊万里焼などがよく知られている。これは同時に産業廃棄物としての廃陶磁器も多いことを意味する。佐賀県の窯業関連分野では、この廃陶磁器の処理が問題となっている。こういった廃陶磁器は、一般的には、瓦クズとともに舗装用ブロック・タイル等として再利用されている¹⁾。その一方で、有明海一帯には軟弱な沖積粘土地盤が広く分布するが、建設工事に伴って発生する大量の軟弱な建設発生土が生じる。

こういった廃陶磁器や軟弱な建設発生土としての有明粘土は、佐賀県特有の産業廃棄物である。そこで、本研究では、廃陶磁器と軟弱な沖積粘土（非海成・海成）を組み合わせ、7日、28日、60日の養生後の試料について強度についての検討を行い、新たな地盤材料の作製を試みた。

表-1 用いた試料の物理化学的性質（古賀らの表に一部追記）

	非海成	海成	陶磁器 破碎片	陶磁器 破砕粉	フライア ッシュ
自然含水比 (%)	118.4	178.3	0.2	0.2	0.1
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.52	2.61	2.55	2.39	2.38
液性限界 (%)	112.8	144.7	NP	NP	NP
塑性限界 (%)	73.5	98.3	NP	NP	NP
粒度組成 (%)	砂分	2.5		1.1	11.1
	シルト分	13.7		65.9	54.9
	粘土分	83.8	38.8		33.0
強熱減量 (%)	9.78	0.18			
塩分濃度 (g/l)		7.5			
pH	8.1	7.1			

2. 試料および試験方法

2-1 用いた試料

今回用いた試料は、佐賀市兵庫町の深度約 3.0mから採取した非海生粘土である。また、本研究で用いた陶磁器の廃材は、粒径が 2~5 mmである。これらの物理化学特性を表-1に示す。著者らは以前に、有明粘土と陶磁器破砕

片と陶磁器破砕分、固化材（セメントおよび生石灰）、フライアッシュを混合して有明粘土を改良し、強度評価を行っている²⁾。この時に用いた試料は佐賀県小城郡芦刈町の河口の表層から約 10cm下のものである。比較のため、これらの物理化学性質についても、表-1に併せて示す。

2-2 試験方法

表-2は、各試料の配合割合を示したものである。表中の数字は、粘土試料の換算乾燥質量に対する各試料の質量の割合をパーセンテージで示したものである。この配合割合に従い、各試料を混合・攪拌し、直径 5cm × 高さ 10cm のモールドに「締めぬない方法」で試料を 3層に分け入れて、その際各層ごとにタッピングを行い気泡除去を行った。その後ラップでくるみ、底部に水の張った容器の中に入れて 20 ± 1 でそれぞれ 7,28,60 日養生した後、一軸圧縮試験を実施した。

表-2 配合割合

ケース		H	A	L	P	C	G	F
HL	1	90		10				
	2	80		20				
HLG	1	80		10			10	
	2	70		10			20	
AL	1		90	10				
	2		80	20				
ALCG	1		70	10		10	10	
	2		60	10		20	10	
ALFG	1		70	10			10	10
	2		60	10			10	20

ここで

A: 有明粘土(海成) H: 蓮池粘土(非海成)
 C: 陶磁器破砕片 G: 陶磁器破砕粉
 L: 生石灰 F: フライアッシュ
 P: 高炉セメント

3. 試験結果と考察

表-3に、一連の一軸圧縮試験結果を示す。なお、比較のため、既往の研究結果も併記する。HLとALは、非海成粘土と海成粘土を生石灰で改良したものである。固化材として生石灰を使用した場合、海生粘土の強度は非海成粘土の一軸圧縮強さの約 2~4 倍の強度増加があることがわかる。表-1の物理化学的性質を考慮すると、今回用いた非海成粘土の含水比は海成粘土よりも小さいことから、非海成粘土の改良一軸圧縮強さは海成粘土のものよりも高いと推測されたが、実際には小さくなった。K. Onitsuka et al.は、有機物のなかでも特に腐食が含まれる場合は、固化材による高含水比軟弱土の改良効果は低いこと、塩分濃度が高いと生石

表-3 各配合割合における一軸圧縮試験結果

ケース		7日後		28日後	
		qu (kN/m ²)	W(%)	qu (kN/m ²)	W(%)
HL	1	93	131	328.5	135
	2	167.5	115	565	115
HLG	1	282.2	114	613.3	96
	2	266.1	106	469.6	103
AL	1	496.5	153	755.7	156
	2	716	124	1379.8	88
ALCG	1	549.1	120	1187.3	117
	2	607.1	102	1549.5	99
ALFG	1	423.6	102	1193.8	116
	2	447.7	103	1563.2	98

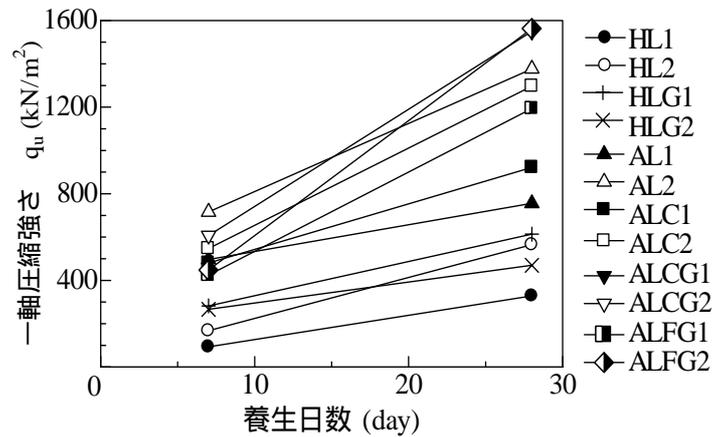


図-1 養生日数と一軸圧縮強さの関係

灰やセメントなどの固化材による改良効果が高いことを報告している³⁾。これを踏まえると、強熱減量値が非海成粘土でやや大きく、海成粘土よりも塩分濃度が低いため、改良強度が低くなったと考えられる。非海成粘土の初期含水比が低いためか、7日後および28日後のいずれの含水比についても、非海成粘土の含水比が低い値となっている。HL2とHLG1は、粘土に対する改良の割合が等しいものである。両者を比較すると、磁器廃材を混入した方が改良強度も高くなっていることがわかる。

図-1は、養生日数と一軸圧縮強さの関係を示したものである。ALCGは、有明粘土と生石灰、陶磁器破片を混入し、さらにフライアッシュを混合して改良したものである。ALFGは、このフライアッシュが陶磁器破片に置き換わったものである。両者を比較すると、7日強度は陶磁器破片を使うと高いが、28日強度は両者ともほぼ等しくなった。つまり長期的においてはフライアッシュと陶磁器破片は同等の改良効果を得られると考えられる。

盛土材料および路床材としての改良一軸圧縮強さは98kN/m²である。今回および既往の研究結果から得られた一軸圧縮強さは、この値をほぼ満足する。つまり、陶磁器廃材を軟弱な粘性土に固化材とともに混入して使用するのとは有効である。

まとめ

軟弱な沖積粘土と廃陶磁器を生石灰とともに混合すると地盤材料としての有効利用が可能な一軸圧縮強度が得られる。廃陶磁器の処理問題において有効である。

今後は、乾湿の繰り返しによる劣化特性や、重金属イオン等の有害物の含有量試験および溶出特性についても検討したいと考える。

謝辞：本研究を行うに際し、佐賀国土交通省事務所および(株)中野建設の関係者各位に試料を提供していただきました。記して感謝します。

【参考文献】

- 1) 独立行政法人土木研究所編：建設工事における他産業リサイクル材料利用技術マニュアル、(株)体制出版社、p.246、2006.
- 2) 古賀勝貴・鬼塚克忠・原 裕・佐藤磨美：生石灰・フライアッシュ・陶磁器破片で改良した有明粘土の強度特性、平成13年度土木学会西部支部研究発表会、講演概要集 Vol.1、pp.A374-A375、2002.
- 3) K. Onitsuka, C. Modmoltin, M. Kouno and T. Negami : Effect of Organic Matter on Lime and Cement Stabilized Ariake Clays J. Geotech. Eng., JSCE, No.729/III-62, pp.1-13, 2003.