

生石灰と廃棄物で改良した有明粘土の繰返し荷重による変形・強度特性

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
佐賀大学 理工学部 学 内橋史貴
佐賀大学 理工学部 学 沈 菊男

1. はじめに

建設工事で排出される軟弱な建設発生土は高含水比であることから、産業廃棄物として処分されている。佐賀県有明海沿岸に分布する有明粘土もその一つで、そのままの状態では再利用できない。そこで、この軟弱な有明粘土を生石灰および産業廃棄物である石炭灰と新素材の発泡廃ガラス材を用いて改良を行い、道路の路床や舗装の路盤材として有効利用する目的で研究を行ってきた。本論文では、繰返し荷重を載荷した場合における軸ひずみと復元変形係数への影響について検討する。

2. 供試体作成および試験方法

今回用いた試料は、佐賀県小城市芦刈町で採取した有明粘土である。この有明粘土に、石炭火力発電所から排出される飛灰の石炭灰（以下、F=フライアッシュ）とガラス廃材から作られる発泡廃ガラス材を添加し改良を行った。有明粘土および添加材の性質を表—1,2 に示す。2mm ふるいで裏ごしした試料に生石灰および添加材を加え、電動ミキサーで約 10 分間攪拌・混合した。攪拌後、モールド（ $\phi 5 \times h 10 \text{cm}$ ）に試料を三層に分け入れて、各層ごとにタッピングを行って気泡除去した。その後、モールドごと供試体をラップでくるみ、底部に水を張った容器の中に入れて 20 ± 3 で養生した。養生期間は、供試体作成後 180 日とした。実験方法は、繰返し三軸試験装置を用い、平均一軸圧縮強度を基準に平均一軸圧縮強度の約 10%を繰返し応力 0.45MPa と設定し、繰返し回数 4000 回、載荷周期 $1H_z$ とし、軸ひずみの測定を行った。

表 - 1 有明粘土・フライアッシュ

		有明粘土 (A)	フライアッシュ (F)
自然含水比 (%)		135.5	0.1
土粒子密度 (g/cm^3)		2.62	2.38
粒度組成	レキ分 (%)	0	0
	砂分 (%)	2.5	11.1
	シルト分 (%)	37.5	54.9
	粘土分 (%)	60.0	34.9
液性限界 (%)		132.5	NP
塑性限界 (%)		58.5	NP
塑性指数		74.0	-

表 - 2 発泡廃ガラス材 (G)

乾燥密度 (g/cm^3)	0.36
湿潤密度 (g/cm^3)	0.36
最大粒径 (mm)	47.5
平均 CBR (%)	30.9
一軸圧縮強度 (MPa)	3.5

3. 実験結果と考察

3 - 1 軸ひずみ；図 - 1 には、LAF（乾燥質量比 1:8:1、生石灰 10%、有明粘土 80%、F10%）の場合のみの全ひずみ（載荷時）と残留ひずみ（除荷時）の関係を示す。この図より繰返し回数 4000 回までは、繰返し回数の増加に伴い全ひずみ・残留ひずみともにほぼ直線的に増加する傾向を示した。また、4000 回までの累積残留ひずみの中には、大部分が繰返し載荷直後に生じた残留ひずみであることが分かる。繰返し載荷直後に生じた残留ひずみと累積残留ひずみには密接な関係があるといえる。

3 - 2 復元変形係数 (M_r)；復元変形係数とは、偏差応力を復元ひずみで割り求まるものである。

keyword: Ariake clay, fly ash, foaming waste glass, repeated load test, resilient modulus, permanent strain, Department of Civil Engineering, Saga University, Honjo 1, Saga, 840-8502, Tel&Fax, 0952-288690

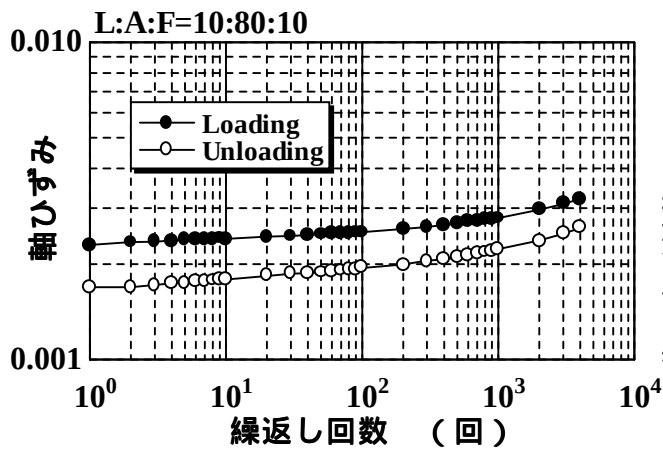


図 - 1 繰返し回数と軸ひずみ

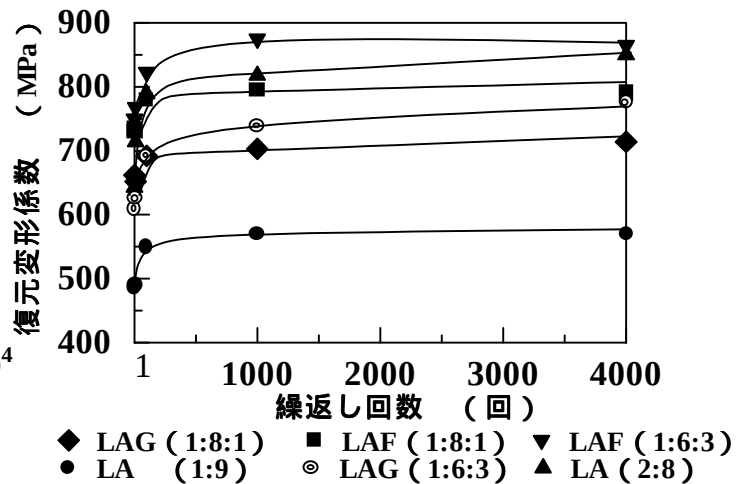


図 - 2 繰返し回数と復元変形係数

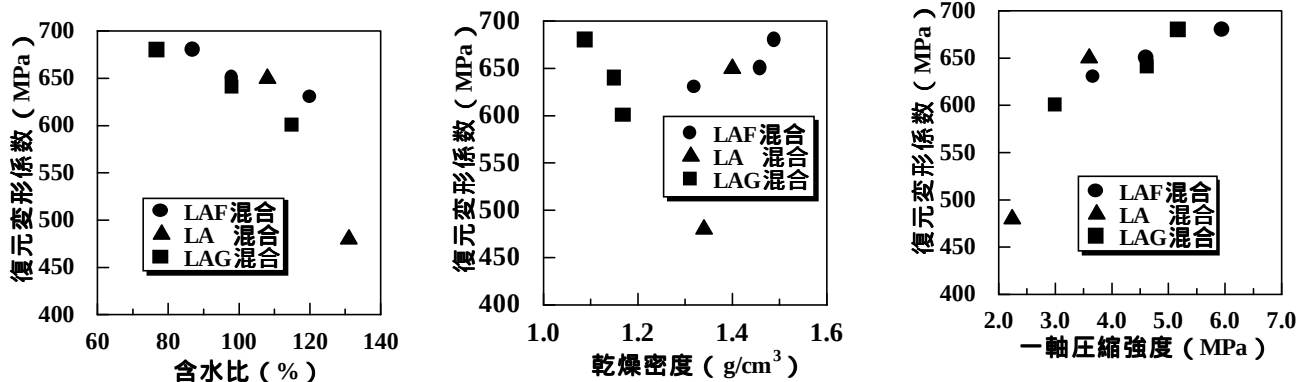


図 - 3 復元変形係数と一軸圧縮強度および含水比、乾燥密度の関係

図 - 2 に改良した有明粘土の復元変形係数と繰返し回数の関係を示す。繰返し回数 1000 回まで復元変形係数は大きく変化するが、1000 回以降は復元変形数の変化量は小さくなる傾向を示した。しかしながら、図 - 1 を見ると、全ひずみは 4000 回まで増加するが、1000 回以降復元変形の変化は小さく、塑性変形のみ増加している。

含水比および一軸圧縮強度、乾燥密度と復元変形係数の関係を図 - 3 に示す。復元変形係数は、含水比と一軸圧縮強度に依存しており、含水比が低いほど、一軸圧縮強度が大きいほど大きい傾向を示す。復元変形係数と乾燥密度の間には、一見すると、明確な関係は見られない。しかし、LAF や LA では、生石灰やフライアッシュを添加すると乾燥密度が増大し、復元変形係数は大きくなるのに対し、LAG の場合は、発泡廃ガラス材を添加することで乾燥密度が減少して、復元変形係数は大きくなる。これは、発泡廃ガラス材の密度が小さいことが原因であると考えられる。

5. まとめ

- 1) 繰返し回数が増加することで、全ひずみおよび残留ひずみは直線的に蓄積されていった。
- 2) 復元変形係数は、繰返し回数が増加するとともに増加する傾向を示した。しかし、繰返し回数 1000 回以降は緩やかに増加しほぼ一定となる。また、含水比が低いほど、一軸圧縮強度が大きいほど復元変形係数は大きくなる。また、乾燥密度が大きいと LAF の復元変形係数は大きく、小さいと LAG は大きくなる傾向を示した。

<参考文献> 鬼塚克忠、沈菊男: Properties of lime-stabilized Ariake clay with flyash under repeated load test, submitted to the International Conference on Geological and Geotechnical Engineering, Melbourne, Australia, 1999.