

廃ガラス材を混合した火山灰質粘性土の力学特性

崇城大学 荒牧憲隆○近藤 亮 和木俊二

1. はじめに

熊本県下には火山灰質粘性土が広く分布しており、その主な工学的特性¹⁾として、自然含水比が高いにも関わらず、セメンテーションが発達しているため、地山強度に対して、攪乱・練返しを受けると強度が著しく低下することが知られている。そのため、乱した状態で有効利用する場合には、天日乾燥や化学的安定処理を施すことがある。一方で、近年、このような建設発生土や浚渫土の有効利用の際に、廃プラスチックや溶融・固化した廃発泡スチロールなどの廃棄物との混合土の研究・開発が進められている^{2),3)}。

本研究では、地盤工学的観点から廃棄物や建設発生土の有効利用の一方法として、乱すことによる強度低下の著しい火山灰質粘性土に廃ガラス材を混合し、粒度調整を行った混合土の力学特性について実験的に検討した。

表-1 試料の物理的性質

	ρ_s (g/cm ³)	Uc	D ₅₀ (mm)	w _L (%)	w _p (%)	IP	w _n (%)
黒ぼく	2.460	4.25	0.04	132.6	105.1	27.5	116.7
廃ガラス (5mm)	2.509	2.50	2.7	—	—	—	1.2
廃ガラス (2mm)	2.510	2.30	1.1	—	—	—	1.4
廃ガラス (0.6mm)	2.507	3.21	0.38	—	—	—	0.9

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、熊本県阿蘇郡阿蘇町で採取した火山灰質粘性土“黒ぼく”(以後、黒ぼくと称す)である。また、良質土混合を念頭に置いた粒度調整用の材料として、破碎された廃ガラス材を用いた。それらの物理的性質を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。

廃ガラス材は、5mm、2mm、0.6mmで分級された3種類を用いた。その物理的性質は、表-1に示すように、砂質土に類似していることが分かる。供試体は、湿潤状態(自然含水比)の黒ぼくに廃ガラス材を混合し、電動ミキサーにて十分攪拌したものを、締め固め試験(JIS A 1210)のA法に従い作成した。廃ガラス材混合土の混合状態を表す指標として、以下に示す廃ガラス材質量混合比Mを用いる。

$$M = m_g / (m_s + m_w + m_g)$$

ここに、 m_s :土粒子の乾燥質量、 m_w :間隙水の質量、 m_g :廃ガラス材粒子の質量である。また、本研究に用いた混合試料の質量混合比M=0,0.33,0.50の3試料である。このようにして作成した供試体を用いて、コーン指数試験、一軸圧縮試験を行った。コーン指数試験での貫入速度は1cm/s、一軸圧縮試験での載荷速度は1%/minとした。

3. 廃ガラス材混合土の物理的性質

図-2には、廃ガラス材混合後の試料の含水比と混合比の関係を示している。黒ぼくは自然含水比が高い材料であるが、乾燥状態に近い廃ガラス材を混合することにより、含水比を低減させることが可能であることが分かる。しかし、図-3の混合土の湿潤密度と混合比の関係より、混合比の増加に伴い、湿潤密度も大きくなる様子が伺える。ここに示すM=0の試料は、不攪乱試料の物性値を示している。

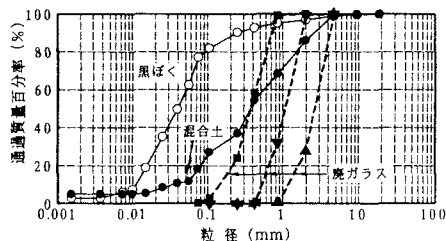


図-1 各試料の粒径加積曲線

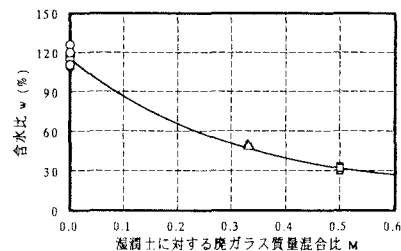


図-2 含水比-廃ガラス混合比関係

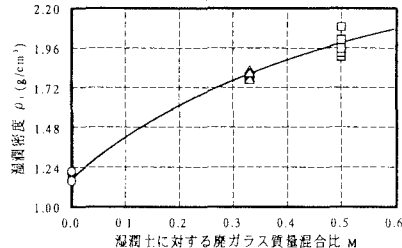


図-3 湿潤密度-廃ガラス混合比関係

4. コーン指数試験結果

図-4は、コーン指数と廃ガラス材混合比の関係を示している。いずれの廃ガラス材の粒径においても、混合率の増加に伴い、コーン指数は増加している様子が認められる。また、砂分の多い廃ガラス材ほど、強度増加が顕著に認められる。図-5には、コーン指数と含水比の関係を示している。混合土試料の含水比の低下に伴い、コーン指数も増加していることが分かる。これらの結果から、乱した黒ぼくは、廃ガラス材の粒径、混合量および固化材による安定処理を考慮することにより、「建設発生土利用技術マニュアル」⁴⁾での第3種建設発生土以上として取り扱うことが可能となることを示唆している。

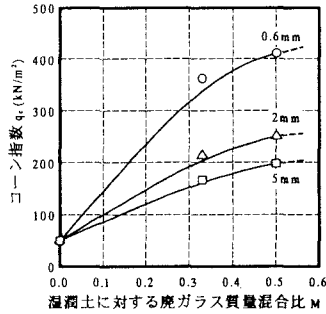


図-4 コーン指数-廃ガラス材混合比関係

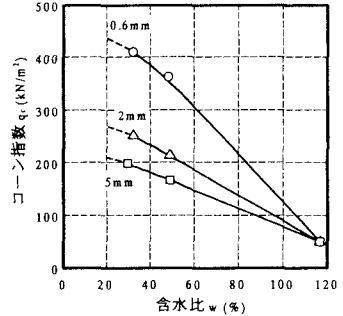
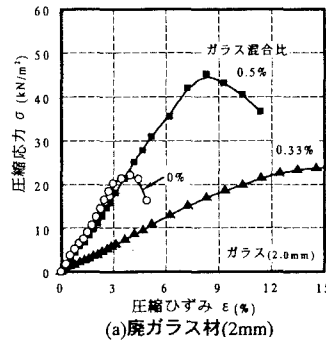
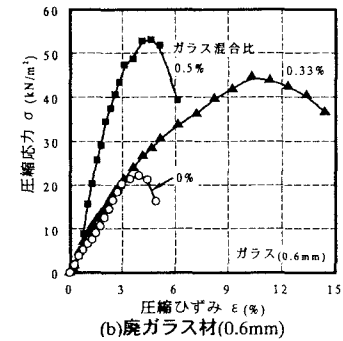


図-5 コーン指数-含水比関係



(a) 廃ガラス材(2mm)



(b) 廃ガラス材(0.6mm)

図-6 廃ガラス材混合土の圧縮応力-圧縮ひずみ関係

4. 一軸圧縮試験結果

図-6(a),(b)に、混合する廃ガラス材の粒径 2.0mm と 0.6mm について、混合比を 0.33、0.50 と変化させたときの混合土の応力・ひずみ曲線を示している。粒径 2.0mm での混合比 0.33 の混合土については、変形・強度特性とも粒度改善効果が認められなかった。粒径 5.0mm のものについても同様であった。混合比 $M=0.5$ については、不攪乱強度に比べ、混合土の強度の増加は認められたが、載荷初期の変形特性に改善効果は認められない。一方、砂分を多く含む廃ガラス材の粒径 0.6mm を混合した試料は、混合比の増加に伴い、変形・強度特性とも粒度改善の効果が現れている。図-7には、 q_u/q_{u0} と混合比との関係を掲げた。ここで、 q_u は廃ガラス材を混合した黒ぼくの一軸圧縮強さ、 q_{u0} は乱さない黒ぼく（混合比 $M=0$ ）の一軸圧縮強度である。この図から、廃ガラス材の粒径 5.0mm、2.0mm の試料では、混合比が小さければ強度特性の改善効果が現れていないことが分かる。一方、廃ガラス材の粒径 0.6mm の試料については、混合比の増加に伴い、一軸圧縮強さが増す傾向にあることが認められる。これらのことから、廃ガラス材の有効利用により乱した黒ぼく混合土の変形・強度特性の改善効果は現れることが示された。しかし、その強度は小さくトラフィカビリティの確保には至っていない。そのため、今後、安定処理を施した混合土の力学特性についても検討する。

5. まとめ

廃ガラス材を粒度調整用の材料として再利用し、乱した火山灰質粘性土の変形・強度特性の改善が可能であることは示されたが、十分な強度の確保には至っていない。そのため、今後、安定処理を施した混合土の力学特性についても検討する必要がある。

【参考文献】1)地盤工学会九州支部編:九州・沖縄の特殊土地盤の設計と施工,pp.137-141, 2)末次ら:廃棄 EPS インゴット破砕材を用いた軽量地盤材料の有効利用に関する研究,九州大学工学集報,Vol.72,No.4,pp.347-352,1999, 3)加藤ら:プラスチック廃材を用いた複合地盤材料の開発,土と基礎,Vol.48,No.6,pp.16-19,2000, 4)土木技術センター編:建設発生土利用技術マニュアル

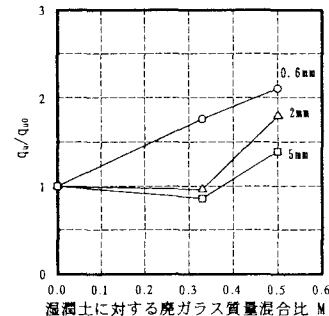


図-7 廃ガラス材混合比が一軸圧縮強さに及ぼす影響