

刈草炭化物の混合による灰土の力学特性の改善効果

九州大学大学院 学 中島康博 九州大学大学院 F 落合英俊
九州大学大学院 正 安福規之 九州大学大学院 正 大嶺聖
九州大学大学院 学 黒木啓一朗 (株)栗本鐵工所 津村忠男

1.はじめに 近年、社会の要請により環境共存型の地盤材料の開発が望まれており、廃棄物の有効利用に関する研究が各分野において進められている。これまで焼却または廃棄処分されていた刈草を固形炭化物とする方法が開発されており、地盤工学の分野においてはこの刈草炭化物と九州地方に分布する軟弱な火山灰質粘性土を混合することによる、地盤改良技術が検討されている^{1), 2)}。本研究では、刈草炭化物を混合した灰土に対しコーン指数試験、定ひずみ速度載荷による圧密試験、三軸圧縮(CU)試験を行い、トラフィカビリティ、圧縮及び強度特性を明らかにし、刈草炭化物を混合した灰土の地盤工学的な有効利用について検討する。

2.試験概要 本研究では、火山灰質粘性土である灰土($W_L=36.8\%$ 、 $I_p=11$ 、 $\rho_s=2.794\text{g/cm}^3$)を母材に用い、単位体積あたりの自然含水粘性土に対する刈草炭化物の質量と定義した混合量(kg/m^3)を変えながらコーン指数試験、定ひずみ速度載荷による圧密試験、三軸圧縮(CU)試験を行った。まず、トラフィカビリティの改善効果を調べるためコーン指数試験を行った。刈草炭化物混合量は0、50、100、150、200 kg/m^3 とした。灰土は19mmふるいを通す程度に細かくし、19mmふるいを通す粒径に破碎した刈草炭化物を試験前日に混合した。次に、刈草炭化物混合土の圧縮特性を調べるため定ひずみ速度載荷による圧密試験を行った。刈草炭化物混合量は0、50、100、150、200 kg/m^3 とした。灰土は4.75mmふるいを用いて裏ごししたものを使用し、4.75mmふるいを通す粒径に破碎した刈草炭化物を試験前日に混合した。さらに、刈草炭化物混合土の強度特性を調べるため三軸圧縮(CU)試験を行った。刈草炭化物の混合は圧密試験と同様とし、混合量は0、150、200 kg/m^3 とした。圧密応力は98.1、147.2、196.2 kN/m^2 とし、軸圧縮過程は15%ひずみが生じた時点で終了した。

3.試験結果

(1)トラフィカビリティ 図-1は灰土におけるコーン指数と刈草炭化物混合量の関係を示したものである。刈草炭化物混合量の増加と共にコーン指数が増加する傾向が見られる。灰土は約180 kg/m^3 の刈草炭化物を混合することによりコーン指数 $q_c=400\text{kN/m}^2$ が得られ、十分な施工を行えるトラフィカビリティを確保することが可能である。

(2)圧縮特性 図-2は灰土における間隙比と圧密応力の関係を

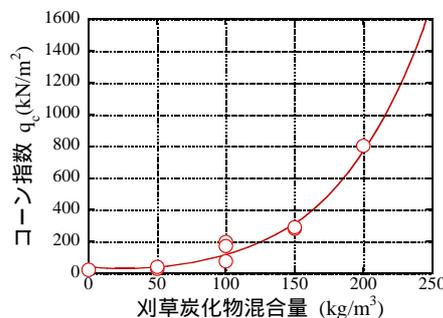


図-1 コーン指数と刈草炭化物混合量の関係

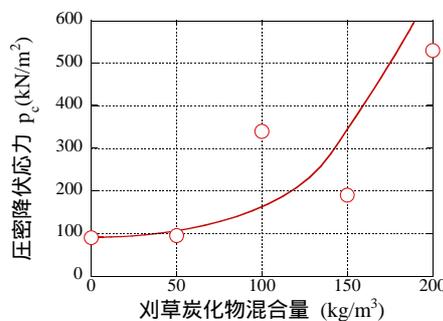


図-3 圧密降伏応力と刈草炭化物混合量の関係

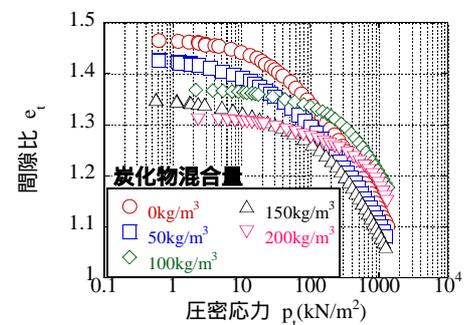


図-2 間隙比と圧密応力の関係

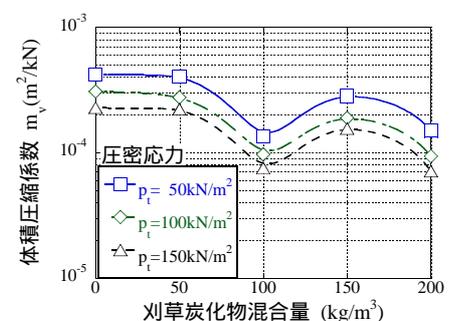


図-4 体積圧縮係数と刈草炭化物混合量の関係

キーワード 刈草炭化物、火山灰質粘性土、地盤改良

連絡先 〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 地盤工学研究室 TEL. 092-642-3286

示したものである。圧密終了までに減少する間隙比を各混合量で比較すると、混合量が増加するにつれて圧縮量が減少していることがわかる。また、図の各曲線を比較すると、刈草炭化物の混合により曲線上に曲率

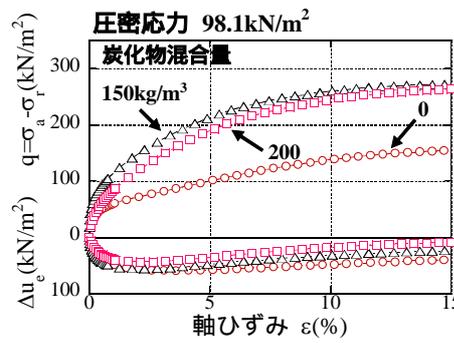


図-5 軸差応力、過剰間隙水圧 - ひずみ曲線

の大きな部分が現れること 図-5 軸差応力、過剰間隙水圧 - ひずみ曲線から、明確な圧密降伏点が発生することがわかる。図-3 に圧密降伏応力と刈草炭化物混合量の関係を示す。圧密降伏応力は刈草炭化物混合量の増加に伴い増加する傾向にある。図-4 は体積圧縮係数と刈草炭化物混合量の関係を示したものである。圧密応力 $p=50、100、150\text{kN/m}^2$ 時には、いずれの場合も刈草炭化物混合量が増加するにつれて体積圧縮係数が減少する。また、刈草炭化物混合量によらず、圧密応力が増加すると体積圧縮係数が減少し、圧縮量が減少する。

(3)強度特性 図-5 は圧密応力 98.1kN/m^2 の条件で三軸圧縮(CU)試験を行った時の軸差応力及び過剰間隙水圧と軸ひずみの関係を示したものである。軸差応力に明確なピークが見られないため軸ひずみが15%で破壊に達したと仮定し、この時点での主応力差を圧縮強さとした。図-6 は圧縮強さと刈草炭化物混合量の関係を示したものである。図-6 を見ると、圧縮強さは混合量 150kg/m^3 付近でピークに達しており、それ以上の混合量では圧縮強さの増加量が減少しているため、最適な刈草炭化物の混合量が存在することがわかる。図-7 は刈草炭化物を混合した灰土の有効応力経路の変化を示したものである。この有効応力経路は過圧密粘土の非排水条件下の有効応力経路と類似している。また、刈草炭化物を混合することにより有効応力経路が垂直に立ち上がっていることより、刈草炭化物の混合はダイレイタンスの発生を活発にし、間隙水圧の発生を抑制すると考えられる。また、試験により得られた粘着力 c' とせん断抵抗角 ϕ' の変化を表-1 に示す。灰土のみの場合の ϕ' が約 35° であるのに対し、刈草炭化物を混合した場合は約 40° となるため摩擦特性も改善されることがわかる。

4. まとめ 本研究で得られた主な結論は以下の通りである。

- 1) 灰土に刈草炭化物を混合すると、コーン指数は増加する。したがって、刈草炭化物には灰土のトラフィカビリティを改善させる効果がある。
- 2) 灰土に刈草炭化物を混合すると体積圧縮係数が減少する。また、明確な圧密降伏点が発生し、圧密降伏応力は刈草炭化物混合量の増加に伴い増加していく傾向がある。
- 3) 刈草炭化物を混合すると灰土の圧縮強さは増加する。ただし、ある混合量を超えると圧縮強さの増加に対して改善効果が減少するため、混合する刈草炭化物には最適な混合量が存在すると考えられる。

【参考文献】1)黒木ら:刈草炭化物の混合による火山灰質粘性土のトラフィカビリティー改善効果、第6回環境地盤工学シンポジウム(投稿中)、2)中島ら:刈草炭化物の吸水性に着目した火山灰質粘性土のトラフィカビリティー改善効果、平成16年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp511-512、2004

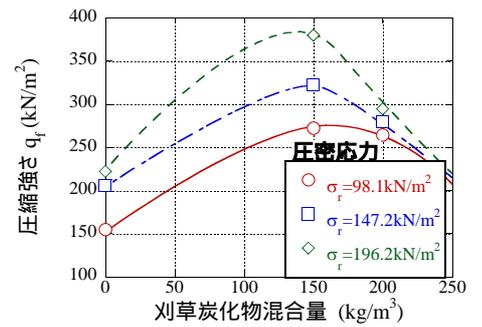


図-6 圧縮強さと刈草炭化物混合量の関係

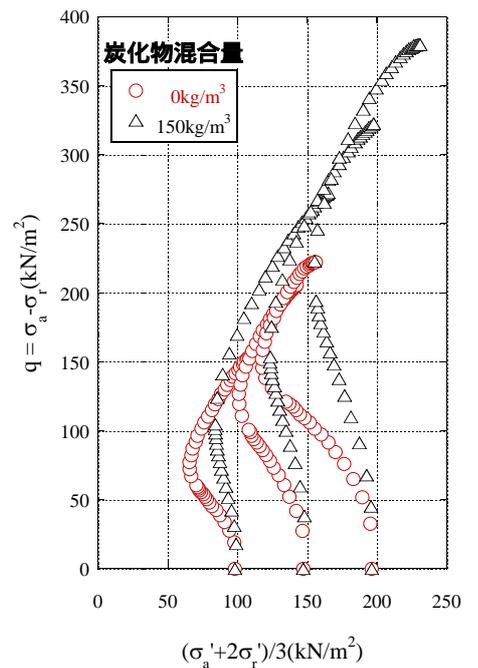


図-7 有効応力経路の変化

表-1 灰土と刈草炭化物の混合土の c' と ϕ'

混合量 (kg/m ³)	粘着力 c' (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ' (°)
0	0	35.1
150	0	40.0