

## もみ殻灰を用いた赤土の改良による強度変化に関する実験的検討

立命館大学院理工学研究科 LIYU

立命館大学理工学部 ○藤本将光 中村晏人 里深好文

沖縄大学経法商学部 糸数哲

### 1. 背景と目的

沖縄県は我が国の亜熱帯地域に位置し、台風や集中豪雨の影響により多量の降雨が頻発する地域である。これに伴い、表層侵食や土砂流出が顕著に生じ、地盤の軟弱化や斜面の不安定化が地域社会における重要な防災課題となっている。

沖縄地域に広く分布する赤土（国頭マージ）は、細粒分を主体とする高塑性の粘性土であり、本島土壌の約 55% を占める主要な土壌である。このため、道路盛土や地盤、法面、農地基盤などの土構造物材料として広く利用されており、その力学特性および水理特性は地域インフラの安定性に直接影響を及ぼす。したがって、赤土の水理特性と力学特性を総合的に把握するとともに、高降雨条件下においても安定した強度を確保可能な地盤改良技術の確立が求められている。

そこで本研究では、沖縄赤土を対象に基礎的な水理・物理特性を把握したうえで、籾殻灰系材料および生石灰を併用した改良土供試体を作製し、一軸圧縮試験を中心とする室内試験により強度特性を定量的に評価する。さらに、養生期間および材料種類の違いが強度に及ぼす影響を比較検討し、赤土改良における最適な材料選定および配合条件を明らかにすることを目的とする。

### 2. 研究方法

#### 2.1 対象地

本研究の対象地は、沖縄県国頭村に位置する琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールドである。与那フィールド周辺は赤土（国頭マージ）が広く分布する地域であり、



図1 対象地位地図

降雨時には浸透および表面流の影響を受けやすい地盤条件を有する。現地での簡易貫入試験の結果、Nd値が 20 を超える深さは 70 cm であった。

#### 2.2 浸透試験

赤土の飽和透水特性を定量的に評価するため、室内変水位透水試験により飽和透水係数の測定を行った。試料は地表面から深度 30 cm、60 cm において各 3 点採取し、試験は 3 繰り返した。また、現地透水特性を把握するため、地表面直下の飽和透水係数を評価可能な簡易現場透水試験を実施した。測定は 2 箇所で行った。各箇所において 5 回測定を行った。

#### 2.3 強度試験

供試体は直径 5 cm、高さ 10 cm の円柱状に成型した。改良材には太平洋セメント社製 1 号生石灰（CaO）と、含有 SiO<sub>2</sub> 濃度の異なる 3 種類の籾殻灰（約 52.5%：バイオ炭、約 67.1%：焼成・焼成微粉砕、約 91.6%：シリカ・シリカ微粉砕）を用いた。まず各土に水を加えて含水比を 55% に調整し、生石灰（5%）と籾殻灰（0%、5%、10%、15%）を均一に混合する。練り混ぜた改良土を所定の方法で型入れ、締固めして円柱供試体を作製し、各条件につき 3 体ずつ調製した。成型後は初期 3 日間密封で空气中に静置し、その後所定期間密封で水中養生した（養生期間 7 日間および 28 日間）。養生終了後、一軸圧縮試験（JIS A 1216）によって供試体の一軸圧縮強さを測定した。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 赤土における浸透特性

現場透水試験の結果は  $3.0 \times 10^{-3}$  cm/s、 $2.9 \times 10^{-3}$  cm/s であった。室内透水試験から得られた飽和透水係数の平均値の結果は 30 cm 深度で、 $9.8 \times 10^{-6}$  cm/s、60 cm で  $4.6 \times 10^{-6}$  cm/s であった（表 1）。この結果から土壌表層は有機質、根孔等の影響から浸透能が高いことが示された。一方、深部では浸透能が低く、水分移動が制限されるといえる。

### 3.1 赤土の改良による強度変化

籾殻灰の種類が改良土の強度発現特性に及ぼす影響を明らかにするため、同一配合比および同一養生条件下における一軸圧縮強度を数値的に比較した。

7日養生時における配合比 10%の強度を比較すると、バイオ炭 377 kN/m<sup>2</sup>、焼成 480 kN/m<sup>2</sup>、焼成微粉砕 620 kN/m<sup>2</sup>、シリカ 673 kN/m<sup>2</sup>、シリカ微粉砕 587 kN/m<sup>2</sup>となり、シリカ系および焼成微粉砕系で比較的高い強度が確認された。同条件における 28 日養生時の結果では、バイオ炭 397 kN/m<sup>2</sup>、焼成 480 kN/m<sup>2</sup>、焼成微粉砕 630 kN/m<sup>2</sup>、シリカ 1610 kN/m<sup>2</sup>、シリカ微粉砕 1887 kN/m<sup>2</sup>となった。シリカ系材料は他材料を大きく上回る強度を示し、特にシリカ微粉砕ではバイオ炭の約 4.8 倍、焼成の約 3.9 倍に達した。

また、最大配合比 15%において 28 日養生時の強度を比較すると、バイオ炭 473 kN/m<sup>2</sup>、焼成 553kN/m<sup>2</sup>、焼成微粉砕 537 kN/m<sup>2</sup>、シリカ 1257 kN/m<sup>2</sup>、シリカ微粉砕 1980 kN/m<sup>2</sup>となり、シリカ微粉砕が最も高い値を示した。この値は未改良土の約 19 倍に相当する。

以上の比較結果より、籾殻灰の種類によって強度に明確な差異が認められ、材料の加工過程が進み粒径が小さい材料ほど高い強度を示す傾向が確認された。

表 1：変水位透水試験の結果

	①	②	③	平均値(cm/s)
30cm	$4.6 \times 10^{-7}$	$1.6 \times 10^{-6}$	$8.5 \times 10^{-4}$	$4.6 \times 10^{-6}$
60cm	$4.7 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-7}$	$5.0 \times 10^{-6}$	$9.8 \times 10^{-6}$

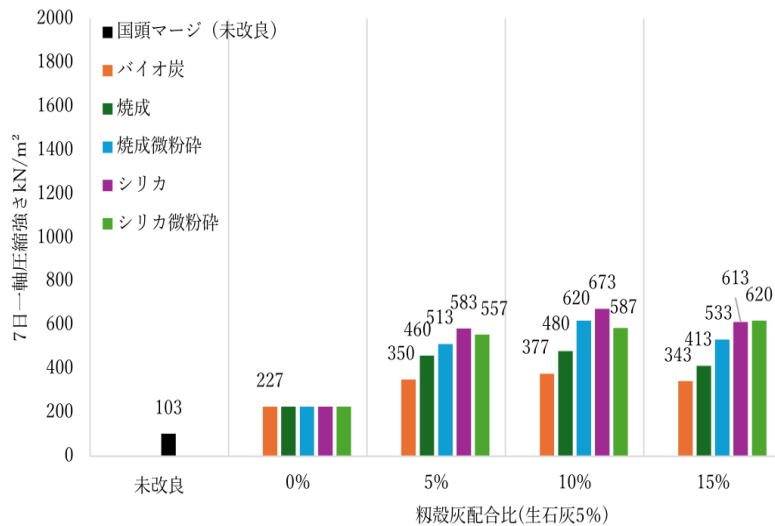


図 1：各種籾殻灰を混合した供試体の 7 日間養生後の一軸圧縮強さ

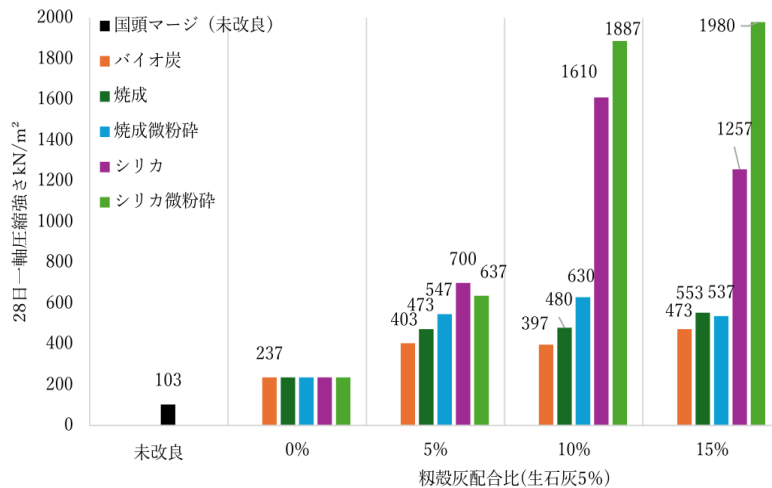


図 2：各種籾殻灰を混合した供試体の 28 日間養生後の一軸圧縮強さ