

シラスを用いた雨水浸透・保水性を有する高機能新土壌材料の開発と実証研究

渡辺亮一¹・皆川朋子¹・伊豫岡宏樹¹・山崎惟義¹

1) 福岡大学工学部社会デザイン工学科

雨水貯留・浸透施設の効果を高めるために、この改良土壌の材料としてシラスに注目している。近年、シラスはグラウンドや舗装材、ブロックや緑化基盤材等に使用されており、ヒートアイランド現象や都市型水害の抑制に有効とされ注目されている。そこで土壌材料としてシラスを改良土に混合して、保水・透水性地盤に利用できないかを検討する

1. はじめに

ここ数年、大都市周辺において局所的短時間集中豪雨(いわゆるゲリラ豪雨)が多発している。都市域は地面がアスファルトやコンクリートで覆われている部分が多く、そのほとんどが不浸透域となっている。そのため、集中豪雨が発生すると、流域に降った雨水が短時間に集中して流出し、雨水が地下に浸透せず、内水氾濫により都市地下空間の浸水をもたらす「都市型水害」が多く発生しており、都市域に生活する住民の安心・安全な暮らしに大きな不安を与えている。今後もこのような内水氾濫が起こる可能性が高く、新たな対策が急務と考えられる。福岡大学では、雨水流出抑制手段の一環として、雨水を貯留・浸透させることが可能な改良土壌を下部構造に持つ人工芝サッカー場を建設し、実証実験を行っている。本研究ではこのような雨水貯留・浸透施設の効果を高めるために、この改良土壌の材料としてシラスに注目している。シラスとは火砕流堆積物・軽石流堆積物のことで南九州地方に広く分布し、鹿児島湾周辺では無尽蔵ともいえるシラスが堆積しており

広大な大地をつくっている。このシラスが堆積したこの土壌は水はけが良く、雨が降るとすぐに土砂崩れなどの災害を引き起こし、さらには農耕に不向きなことから、地元では厄介者の代名詞とされている。近年、シラスはグラウンドや舗装材、ブロックや緑化基盤材等に使用されており、ヒートアイランド現象や都市型水害の抑制に有効とされ注目されている。そこで土壌材料としてシラスを改良土に混合して、保水・透水性地盤に利用できないかを検討する。

2. 研究の目的

本研究では、雨水流出抑制を目的とした施設の土壌材料として大量に安く手に入り、また保水性・透水性に優れているシラスを使用することで改良土の性能を高めることを目的とし、シラスと真砂土を混合した改良土の保水性、透水性を評価し、その混合効果を検討する。そしてシラスを混合した改良土の透水性を従来改良土と比較し、シラス混合改良土が透水地盤として雨水流出抑制施設に利用できるかどうかを判断する。

表-1.1 シラスの分類（出典：南九地質株式会社 HP より）

一次シラス	: 軽石流体積物の非溶接部(狭義のシラス)。
二次シラス	: 軽石流・降下軽石堆積物の水中および陸上における二次堆積物。
固結シラス(硬シラス)	: 溶結度が弱い軽石流堆積物。
風化シラス	: 一次シラスおよび二次シラスの風化層、かなりの層厚をもって粘性土化している。
白シラス・赤シラス	: シラスにはそれらの色調を表す語を冠したもの、白シラスは一次シラスに、赤シラスは風化シラスに対応するが多い
ボラ	: 降下軽石に対して用いられる。この風化層は風化しらすと同様の性質をもつが、新鮮な降下軽石はしらすに含めない。
極軟質シラス・軟質シラス・中硬質シラスおよび硬質シラス	: 山中式土壌硬度計を用いて測定した指標硬度による地山しらすの判別分類名(土質工学会しらす基準化委員会, 1979)。

3. 実験試料と実験方法

3-1 シラスとは

シラスとはもともと白色砂質堆積物を指す鹿児島地方の方言に由来する。学術用語として定義されたものではないから、さまざまな使い方をされており、火砕流堆積物の非溶接部、その二次的堆積物（いわゆる二次シラス）、大正層の白色砂質堆積物、降下軽石（いわゆるボラ）など、軽石質ならば何でもシラスとよばれてきた。火山国・日本には火山噴出物が広く分布していますが、鹿児島や宮崎には無尽蔵ともいえるシラスが堆積しており、鹿児島湾周辺では広大な台地をつくれており、これをシラス台地と呼んでいます。シラスの噴出源としては、北から加久藤カルデラ（霧島～加久藤盆地）、始良カルデラ（鹿児島湾刑部）、阿多カルデラ（鹿児島湾南部）、鬼界カルデラ（硫黄島～竹島）などが考えられている。噴出時代は更新世後期（1～30 万年前）である。シラスの大部分は2万2千年前の始良カルデラの噴火によって噴出してできたとされている。よくシラスは、桜島から降ってきた火山灰と混合されがちだ

が、それとは違う堆積物のことを指す。南九州地方だけでも埋蔵量は90 k m²（=2 億トン）と推定されています。シラスが堆積したこの土壤は水はけが良く、すぐに土砂崩れなどの災害を引き起こし、さらには農耕も不向きなことから、地元では厄介者代名詞とされてきました。土質



写真-3.1 真砂土



写真-3.2 シラス

工学の立場からは、工学的性質を重視したシラスの分類を次の表-1.1 のような用語で呼ばれている。

3-2 実験に用いた試料

実験に用いるベースとなる試料は、熊本県玉名産の真砂土（写真 3-1）と、鹿児島市吉田産のシラス（写真 3-2）である。添加剤は、セメント系固化材が土 1 m³に対して 60 k g、団粒化剤（写真 3-3）が土 1 m³に対して 2 k g である。配合タイプは、真砂土のみの改良土、シラスを 5 割含有させた改良土、シラスを 6 割含有させた改良土、シラスを 7 割含有させた改良土、シラスを 8 割含有させた改良土の計 5 種の試料を比較する。供試体を作る際にはあらかじめふるいにかける最大粒径 4.75 mm 真砂土とシラスを使用し、真砂土の含水比 8%、シラスの含水比 10%にして混ぜ合わせセメント系固化材（写真 3-4）を加え、団粒化剤を 40 倍希釈したものを加える。それを、薄く広げ涼しい場所で 2 時間置き、その後含水比を測り、内径 7.77 c m、高さ 15 c m の容器（塩ビパイプ：写真 3-5）に締固める。締固めは容器に



写真-3.3 団粒化剤（高分子ポリマー）



写真-3.4 セメント系固化材（タフロック）

試料を数回かに分けてほぐしながら敷きつめていき、目安として 14 c m から 11 c m（これは現場で使用される締固めに準拠した値）までランマーにより締め



写真-3.5 φ7.77×15 供試体



写真3-6 保水過程

固める。それを涼しい場所に横に倒して置き1週間養生させたものを使用する。

3-2 実験方法

3-2-1 保水試験

1週間養生させた供試体を水に浸け（写真3-6）、乾燥状態と湿潤状態での重さを測定する。水に浸ける時間は、30分と1日の2パターンとした。乾燥状態の重さを湿潤状態の重さから引いたものを、保水量としている。値は1 m³当たりの保水量(kg/m³)を求める。

3-2-2 変水位透水試験

図-1は変水位透水試験装置の概要である。越流水槽に1週間養生させた供試体をセットし、水位からまで減少する時間 t と実験時の水温を計測し15°Cのときの透水係数(cm/sec)を求めた。供試体は実験前に飽和度を高めるために真空デシケーターにセットし真空ポンプにつなぎ徐々に減圧し気泡が出なくなるまで続ける。減圧時間は3時間とした。

4. 結果

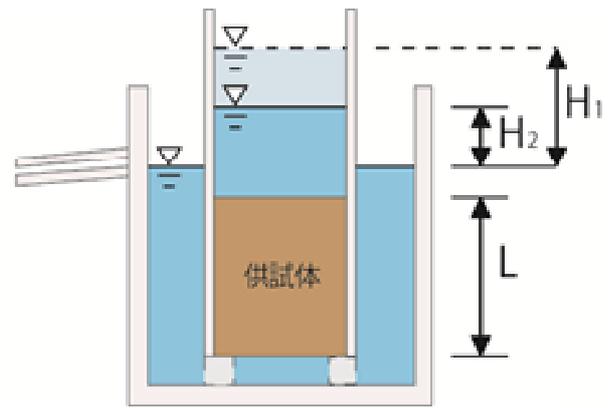


図-1 変水位透水試験装置



写真-9.8 実験風景

表-1は保水試験の結果を示している。この表から、30分保水と1日保水では保水量に差がなく、浸漬時間による影響はほとんどなく30分保水と1日保水両方とも湿潤状態であると考えられる。保水試験の結果は、真砂土のみの改良土は325.4kg/m³、シラスを5割含有させた改良土は374.6kg/m³、シラスを6割の場合385.4kg/m³、シラスを7割の場合401.2kg/m³、シラス8割の場合421.1kg/m³という結果が得られた。図-2は保水試験の結果を1 m³当たりの保水量で表している。これより、シラスの含有量を増やすほど保水量が増えていることが分かる。また、従来の改良土と比較して1 m³当たり最高100kg近くも保水量が増加していることが分かる。変水位透水試験は、真砂土改良土が 1.66×10^{-2} cm/sec、シラス5割

含有させた改良土が 1.08×10^{-2} cm/sec, シラス 6 割含有させた場合 9.00×10^{-3} cm/sec, シラス 7 割含有させた場合 7.69×10^{-3} cm/sec, シラス 8 割含有させた場合 9.65×10^{-3} cm/sec という結果が得られた.

図-3 は変水位透水試験の結果を表している. この図からシラスを含有した試料では透水係数が 1 オーダー程度小さくなっていることがわかる.

5. 考察

シラスの含有量による透水・保水性の関係を比較すると, シラスを多く含有させた方が, 保水性は高くなるが透水性に関しては含有量の差は表れなかった. このことから, シラスを多く含有させることは保水性向上には極めて効果が大きい, 透水性についてはほとんど向上しないと考えられる. しかしながら, シラスを含有させない真砂土と比較した場合, その透水性は 10 倍程度大きな値を示していることから, 透水性・保水性とも優れた建設材料として使用可能であることが明らかとなった.

表-1 保水試験結果

㎡当たりの保水量 (kg/m ³)	真砂土改良土	シラス 5割	シラス 6割	シラス 7割	シラス 8割
30分保水	325.2	374.0	384.6	401.2	422.6
1日保水	325.5	375.2	386.2	401.3	419.5

6. まとめ

保水性に関してはシラスの含有量を多くするほど高くなることが分かった. また, 透水性に関してもシラスを含む改良土は従来の改良土と比べても十分に高い値を示しており, シラスを含む改良土壌は保

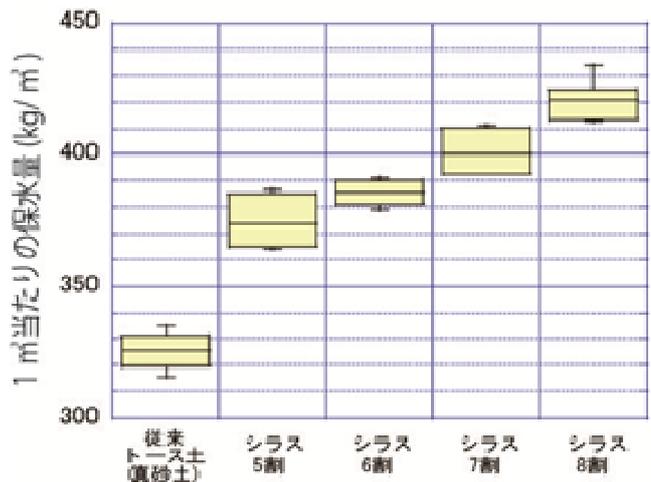


図-2 保水性とシラス含有量の比較

水・透水性地盤として利用することが期待できる.

今後の課題

シラスの含有量が増加すれば透水性も向上すると考えていたが, 今回の実験ではシラスの含有量が増えるにつれて透水係数が小さい値を示す結果となった, この点に関しては今後, 追試が必要であると考えている. また, シラスに関してはせん断強度面からの考察も必要であると考えられるため, 今後, シ

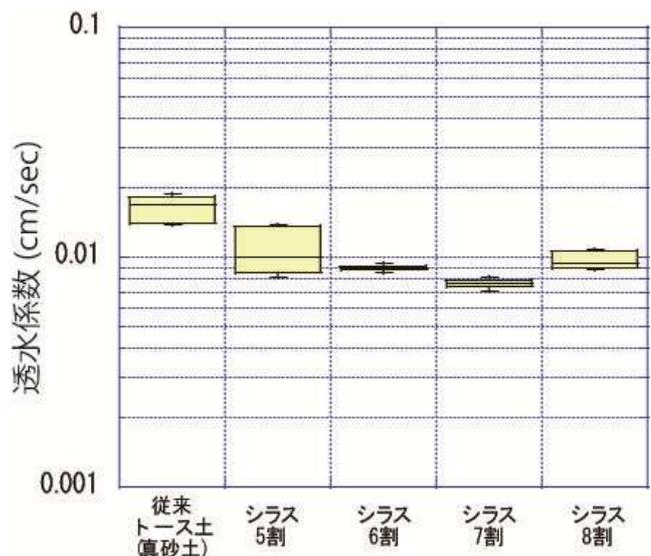


図-3 透水係数とシラス含有量の比較

ラスを含有量の変化に伴う, せん断強度の発現に関しても試験を行っていく必要があると考えられる.

謝辞

本研究を進めるにあたって、株式会社シーマコンサルタント開発部の鹿田氏に多大なる御協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。また、この研究は九州建設技術管理協会研究開発助成を受けて行われた研究であることを、ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 株式会社シーマコンサルタントホームページ
<http://www.cimaconsul.co.jp/>
- 2) 澄川 瑠美；浄水汚泥を用いた透水・保水性地盤材料の開発に関する研究，福岡大学卒業論文 2008
- 3) 西ノ園 勇気；浄水汚泥を混合した地盤改良土壌の透水性に関する研究，福岡大学卒業論文 2009