

『サクションドレーン材』としての各種材料の吸水性能に関する基礎的検討

九州大学工学部 学○河野皓治

九州大学大学院 正 安福規之 F 落合英俊

九州大学大学院 正 大嶺聖 正 小林泰三

九州大学大学院 学 石川裕司

1. はじめに

現在地球上の約4分の1の地域が砂漠化に直面しており、毎年約6万km²(四国と九州を併せた面積)もの地域で砂漠化が進行している。近年では中国でも砂漠化が急速に進行しており、日本にも黄砂の飛来などの影響が及んでいるのが現状である¹⁾。

そのため砂漠化の対策は急務となっているのであるが、砂漠を緑化するには適度な地盤内水分の確保が必要である。しかし砂漠化地域は降雨量が非常に少なく、別の場所から水分を運ぶのにも莫大な労力とコストが必要となり、簡易で低コストな水分確保の技術が求められている。

筆者らが砂漠化の対象地帯として想定した中国内陸部・モンゴル域内で地盤の現地調査を行ったところ、地表面は乾燥状態にあるが、地下水が地下5~10mの位置に存在することが確認されている。そこでこの地下水を利用して地盤内の水分特性を変化させることができれば砂漠緑化につながるのではないかと考えた。本研究では地下水を利用するための要素技術として、吸水性と周囲の地盤へ水分を供給する性能を併せ持つサクションドレーン材の開発を目指す。

2. サクションドレーン材に求める機能

サクションドレーン材の概念図を図1に示す。ここでいうサクションドレーン材とは、「対象地盤よりも優れた吸水機能で地下水を吸い上げ、さらに吸い上げた水分を周囲の地盤に供給する機能を持つ素材」と定義する。このことを満たすためにサクションドレーン材に求める機能としては1) 適度な吸水機能 2) 周囲の地盤への水分供給機能 3) 保水性 4) 耐久性の4つが挙げられる。

まず1) 適度な吸水機能についてであるが、地下水の吸水量が少なすぎると地盤に十分な水分が供給できず、逆に吸水量が多すぎると地下水位の低下や地表面での塩分集積などの問題が生じる可能性がある。そのため「適度な」吸水力が求められる。

次に2) 周囲の地盤への水分供給機能とは、吸い上げた地下水を周囲の地盤に供給する機能である。

これは周囲の地盤の吸水性にも関係するので、まず地盤の水分特性を調査し、その特性に適合するサクションドレーン材を選択するというシステムの確立を目指す。

3) 保水性とは、地下水を吸い上げそれを周囲の地盤へ供給した後、再び地下水を吸い上げることで常に湿潤状態にあるための機能である。この機能の繰返しにより常に安定した水分を地盤に供給することが可能となる。

最後に4) 耐久性について、植物を育てるためにはある程度長い期間の安定した水分供給が必要となる。よってサクションドレーン材を長期間土中に埋めておかなければならないため、腐食などによりサクションドレーン材の機能が低下しないよう耐久性のある丈夫な素材を用いる必要がある。

本研究ではこのような機能を持つサクションドレーン材の開発を目指す。

3. 各種吸水性素材の吸水性能試験

3.1 はじめに

各素材の吸水性能を把握するため、JIS L 1907「繊維製品の吸水性能試験方法 バイレック法」を参考とした吸水性能試験を実施した。用いた素材は天然素材として新聞紙とろ紙、人工素材として不織布、粒度に着目したパック系素材としてケイ砂と廃ガラス粉末の計5種類である。それぞれの素材の特性は表1にまとめている²⁾。

3.2 試験方法

図2に試験の様子を示す。新聞紙、ろ紙、不織布は水槽上部の水平棒に吊るし、着色した水の入った水槽に浸す。ケイ砂と廃ガラス粉末は、それぞれ直径5cmの亚克力パイプの底にポーラストーンを敷いたものの中に詰め、それを水の入った水槽の中に置く。それぞれ水の上昇量を経時的に測定する。

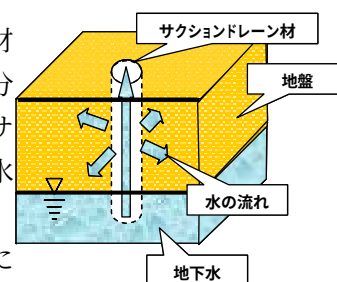


図1 サクションドレーン材概念図

3.3 試験結果

図3に試験結果を示す。結果はケイ砂、廃ガラス、ろ紙、新聞紙、不織布の順に水分上昇高さが高くなった。またグラフの傾きよりケイ砂は今後さらに水分を吸い上げることが予測される。このケイ砂や廃ガラス粉末などの粒状の素材が水を吸い上げるメカニズムについて以下で考察する。

3.4 粒状性素材の毛管作用に関する考察

毛管作用とは表面張力により毛管内に水が上昇する働きのことである。水の上昇量 h は近似的に

$$h = 0.1 \sim 0.5 / e D_{10} \quad (\text{cm}) \quad (1)$$

で表わされる³⁾。つまり間隙比が一定ならば水の上昇量 h は

10%粒径 D_{10} に反比例する。ここで砂の場合の h と D_{10} の関係を間隙比をパラメータとして図4に示す。図4より D_{10} が $100 \mu\text{m}$ 以下になると h が急激に大きくなるのがわかる。また D_{10} が小さい範囲では間隙比 e が h の大きさに大きく影響を及ぼすこともわかる。

3.5 考察

表1よりケイ砂の D_{10} は $2.2 \mu\text{m}$ 、廃ガラス粉末の D_{10} は $87 \mu\text{m}$ とケイ砂のほうが小さいことがわかる。よって式(1)の示すとおりケイ砂のほうが水の上昇量が大きくなったと考えられる。ただし今回の試験では間隙比の測定を行っていないため、間隙比の影響は明らかではない。次回の試験では、あらかじめ間隙比の測定を行ってから吸水試験を行い、間隙比が水の上昇量に与える影響を調べる予定である。

4. まとめ

本研究では砂漠緑化のために地下水を利用して地盤中の水分特性を変化させることを目的とし、サクシンドレーン材の開発を目指した基礎的取り組みを行ってきた。これまでの研究で明らかになったことは、1) 毛管作用による水の上昇量 h は間隙比 e と 10%粒径 D_{10} の関係で表わされることと、2) ケイ砂の吸水機能が優れているという2点である。今後はケイ砂の吸水性能についてさらに調べるとともに、他の吸水性素材の吸水試験を行いその吸水性能を明らかにする予定である。

また各種吸水性素材の吸水性能試験と平行して、カラムを用いた砂の吸水試験を行う予定である。これはサクシンドレーン材を地盤中で使用するに当たって、周囲の地盤の水分特性とサクシンドレーン材の性能の組合せを検討するのに必要となるためである。

この試験では水分量、サクシオン力の他に、塩分上昇の影響を調べるため塩分量も測定する。試料は乾燥地模擬土（粒度を乾燥地の砂に合わせたもの）、豊浦砂、マサ土の3種類を使用する予定である。

参考文献

- 1) 岩波ジュニア新書 根本正之 著「砂漠化ってなんだろう」
- 2) 工業調査会 伏見隆夫 編著「最新特許にみる高吸水性ポリマー 開発・応用アイデア集」
- 3) 技報堂出版 1969年発行 山口柏樹 著「土質力学」

本研究は科学研究費（萌芽研究：19656119）の支援を得て行われた。

表1 試験ケース

	素材	D_{10} (μm)	均等 係数 U_c	曲率 係数 $U_{c'}$	特 色
天然 素材	新聞紙	-	-	-	表面をコートされていないため、 身近に存在する他の紙と比較 すると吸水性が高い。
	ろ紙	-	-	-	繊維状であるため毛管吸水性・ 毛管吸上性が高い
人工 素材	不織布	-	-	-	空隙が多く、 吸水性・保水性に富む
粒度に 着目し たバク 系素材	ケイ砂	2.2	13.6	1.4	細粒分が非常に多く、 粒径幅が広い
	廃ガラス 粉末	87	3.6	1.1	非常に軽量で、 保水性・吸水性に富む

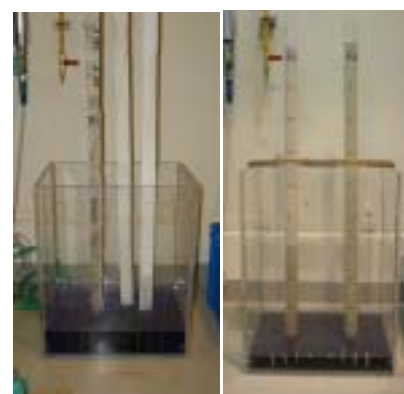


図2 吸水試験の様子

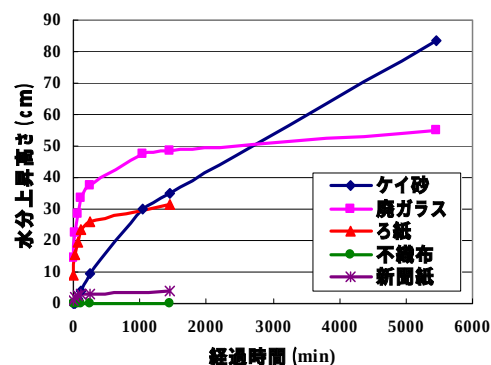


図3 吸水試験結果

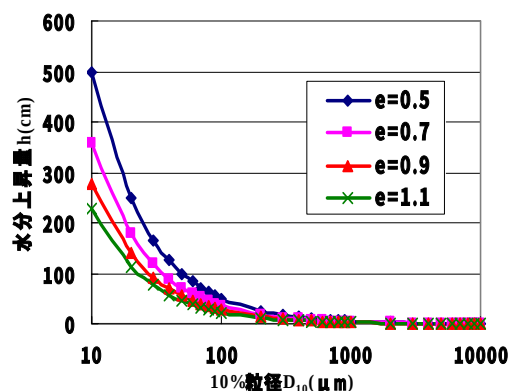


図4 h - D_{10} 関係