

砂漠地緑化に向けた土中水分量の調整技術

- 細粒分に着目した各種素材の吸水特性 -

九州大学大学院 学○河野皓治 学 石川裕司

正 安福規之 正 大嶺聖 正 小林泰三

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と言われている¹⁾。近年では中国内陸部において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。

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、かつ環境に低負荷な水分確保の技術が求められている。

筆者らは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。その結果、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調整できれば砂漠地の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。

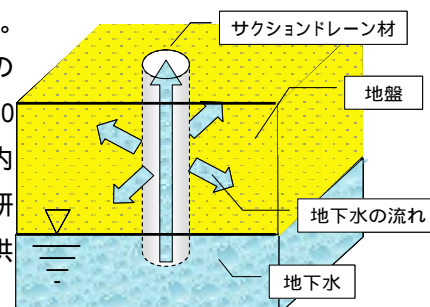


図1 サクションドレーン材概念図

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、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が必要となる。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) 耐久性とは、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ねばならず、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。

本研究は最終的に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ものである。

3. 各種吸水性素材の吸水特性

サクションドレーン材に適した素材を検討するに当たって、まず1) 適度な吸水機能という点に着目する。数種類の吸水性素材を用意し、これら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と、土柱法を参考とした粒状製素材の吸水性能試験を実施した。今回用いた素

表1 各試料の特色

	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

連絡先：〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744WEST2 号館 1108-2 TEL:092-802-7805 FAX:092-803-3387

材は天然素材として新聞紙とろ紙、人工素材の不織布、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。

表1に各試料の特色を、図2に試験結果を示す²⁾。この試験結果から、今回用いた素材の中で粒度に着目したパック系素材の吸水性能が優れており、特にケイ砂 k-8 は曲線の傾きから今後さらに水分を吸い上げる傾向が読み取れる。また細粒分に応じて水分上昇量の調整が可能であることが示唆された。

ここで砂の毛管作用について検討する。メニスカス半径を r 、表面張力を T とすると、毛管作用による水の上昇量 h は $h = 2T/\gamma_w r$ (cm) で表される。この式を間隙比 e 、10%粒径 D_{10} の砂に適用すると、水の上昇量 h は近似的に

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

で表わされる。³⁾この式より、砂の場合の h と D_{10} の関係を間隙比 e をパラメータとして図3に示す。図3より h と D_{10} は反比例の関係にあることがわかる。また D_{10} の値が水分上昇量 h の値に大きく影響を与え、間隙比 e の値が水分上昇量 h の値に与える影響は相対的に小さいことも読み取れる。図2の試験結果においても、 D_{10} の小さいケイ砂のほうが廃ガラスよりも水分上昇量が高くなっていることがわかる。

4. カラム吸水試験による砂の水分保持特性の検討

次にサクシンドレーン材に求める機能の内、2)周囲の地盤への水分供給機能に着目する。この機能は周囲の地盤の水分特性に大きく影響される。そこでまず周囲の地盤の水分特性を調べるためにカラムを用いた吸水試験装置を作成し、これを用いて砂の吸水性能試験を実施した。用いた試料は乾燥地模擬土(ケイ砂 k-7)、豊浦標準砂、マサ土の粒度分布の異なる3種類である。また測定項目は体積含水率とサクシオン値、砂の吸水量の3項目である。各試料とも相対密度を変えることで間隙比を変え、粒度分布の違いだけでなく間隙比の違いが砂の水分特性に与える影響も調査する。図4はカラム試験装置とケイ砂 k-7(相対密度80%)の水分特性曲線である。この図のようにカラム試験装置を用いて吸水試験を行い、各高さにおける体積含水率とサクシオン値を調べることで、様々な試料の任意の時間における水分保持特性が評価できることを確認した。

5. 結論

(1)吸水性能試験の結果から、粒度に着目したパック系素材の吸水機能が優れていることが明らかになった。

また細粒分に応じて水分上昇高さを調整することが可能となることが示唆された。

(2)含水状態とサクシオン能を計測できるカラム吸水試験を行うことで、各時間における体積含水率やサクシオン値と試料鉛直高さ方向の関係が評価でき、これによってさまざまな試料の水分特性を調査することが可能となる。

本研究は科学研究費(萌芽研究:19656119、基盤研究(B):19310123)の支援を得て行われたものである。

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) 技報堂出版 1969年発行 山口柏樹 著「土質力学」
- 3) 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」
- 4) 河野皓治・落合英俊・安福規之・大嶺聖・小林泰三:『サクシンドレーン材』としての各種材料の吸水性能に関する基礎的検討 土木学会西部支部 -86 pp503-504 2008.3

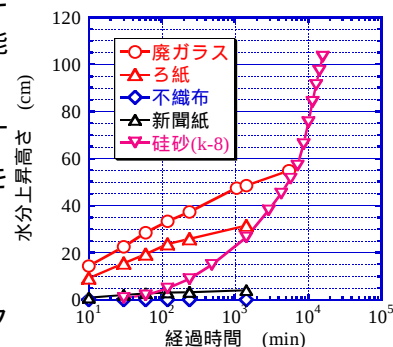


図2 吸水試験結果

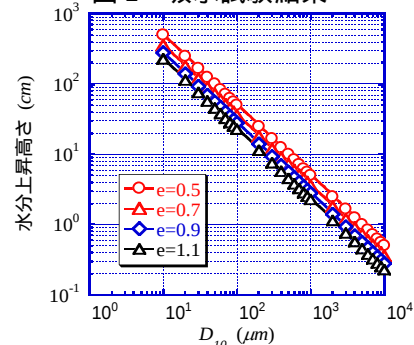


図3 h-D₁₀ 関係

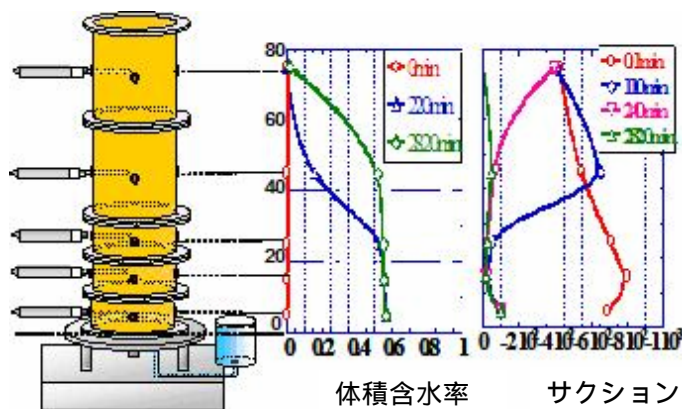


図4 カラム試験装置とケイ砂 k-7 水分特性曲線