

(III-112) 電解処理した上水汚泥を斜面表層に用いたときの降雨浸透流解析

東洋大学大学院 学生員 谷中 仁志
東洋大学工学部 正会員 石田 哲朗
日本大学生産工学部 正会員 大木 宜章
道都大学短期大学部 正会員 大沢 吉範

1 はじめに

電解処理した上水汚泥の法面緑化基盤材としての有効性を検討するために、これまでにプロトタイプの野外面実験装置を用いた連続降雨による法面の浸食や流出土砂量についての比較から耐久性の増加を確認してきた¹⁾。ここでは、斜面を構成している土質材料の不飽和浸透特性の値から、飽和-不飽和浸透流解析 (FEM) を用いて数値解析し、斜面での水収支を含んだ水分の移動現象について検討を行った。

2 降雨浸透流解析の条件

斜面における降雨の浸透解析は、長さ90cm、高さ120cmの二次元の斜面を想定して行った (図1参照)。斜面を構成している土は、表1に示すようにケースを4通りに変化させてそれぞれ解析を行っている。ケース1、ケース2では、それぞれ斜面を単一の土質材料のみで構成しており、ケース3、ケース4では先の2ケースに対して、それぞれ表層に関東ロームと上水汚泥を6:4の割合で混合させたもの (以下、混合土と記す) を表面から5cmの厚さで敷き詰めている。なお、図2と表2に用いた土質材料の粒径加積曲線と物理試験結果を示す。このように作成した斜面について、自然含水比の状態から24時間放置したあとで、15、30、45、80mm/hr降雨を4段階に変化させて、それぞれ24時間降らせた。

3 不飽和土の浸透特性

解析に用いた土を表2に示す密度に調整し、既報^{2,3)}に示す室内試験によって、水分特性曲線を求めるためのpF値を求めた。これらの値に対して、van Genuchtenの不飽和浸透特性の関数モデルにより、フィッティングをおこなったところ、図3に示す水分特性曲線と比透水係数曲線 ($\theta \sim k_r$ の関係) および表3に示す同定結果を得た。

4 解析結果と考察

図1で示した2ヶ所の断面位置での飽和度分布および降雨時間と流量の関係から、考察されることを以下に述べる。図4と図5には断面a、断面bでの飽和度の分布を示している。また、時間と流量の関係を図6と図7に示す。図4は斜面を主として川砂で構成しているケース1とケース3の飽和度分布を示している。底面から高くなるにつれて一度飽和度が減少し、表層付近で再度飽和もしくは飽和に近い状態になっているのがわかる。また、図4の結果から、表層に混合土を用いた場合には表層部での飽和度は大きい

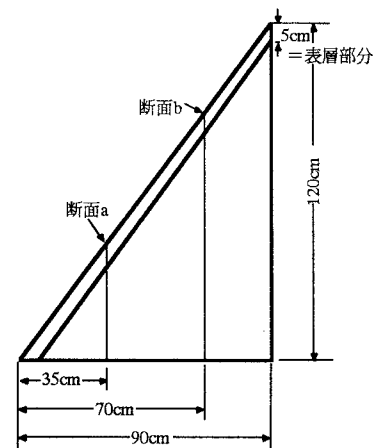


図1 斜面の形状と寸法

表1 斜面の構成パターン

解析パターン	表層 (表面から5cm)	下層 (表層以下)
ケース1	川砂	
ケース2	関東ローム	
ケース3	混合土 (ローム:汚泥=6:4)	川砂
ケース4	混合土 (ローム:汚泥=6:4)	関東ローム

表2 試料の物理試験結果

項目	川砂	関東ローム	混合土
ρ_d (g/cm ³)	1.250	0.610	0.498
ρ_s (g/cm ³)	2.653	2.652	2.490
w_n (%)	12.0	95.0	143.0
U_c	2.197	16.200	—

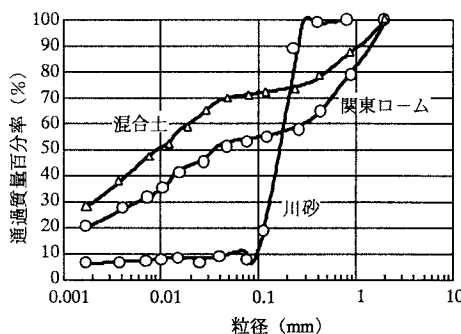


図2 試料の粒径加積曲線

Key Words : 浸透流解析、不飽和浸透特性、降雨浸透、斜面

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部環境建設学科 Telephone / Telefax: 0492-39-1409

ものの、川砂部分の飽和度を抑制する傾向にある。一方、ケース2とケース4に関しては図5からわかるように、関東ロームの初期含水比が高かったためか、降雨強度が15mm/hrの場合でも、すでに飽和に近い状態にある。断面bで部分的に飽和していない部分も見られるが、それでも95%以上の飽和度を持つことがわかった。当然のことながら、斜面などの土構造物での降雨浸透について考えるとき、初期の含水状態を把握しておくことが重要である。図6と図7で示した流出流量と時間の関係についても、表層以下の土質材料によって異なる傾向を示すことがわかる。図6のように川砂を用いた場合は、降雨強度が増すにつれて、短時間で流出流量が減少し極限値となる。逆に、図7では経過時間による流出流量の変化はあまり見られず、流量もあまり多くないことがわかる。また、図6での結果から降雨強度が45mm/hrを越えた場合には、表層に混合土を用いたケースで降雨開始から4時間程度までの流量を減少させる傾向にあることがわかった。

関東ロームでの場合に、川砂で見られたような混合土の影響が見受けられなかったのは、飽和-不飽和浸透解析に入力する物性値、すなわち、図3と表3で示したような不飽和浸透特性の数値について際立った変化が見受けられなかったためと考えられる。

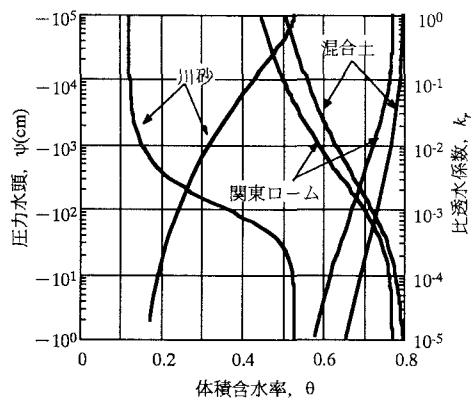
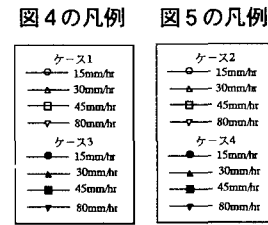


図3 不飽和土の浸透特性

表3 van Genuchtenモデルによる同定結果

土質	α (cm ⁻¹)	n	θ_r	θ_s	k_s (×10 ⁻²)
川砂	0.0144	1.94	0.11	0.53	0.354
関東ローム	0.0188	1.20	0.45	0.77	0.017
混合土	0.3387	1.14	0.50	0.79	0.034



5 あとがき

今回は斜面において土質材料を何通りかに変化させ解析を行った。同じ条件の斜面に対して実施した降雨実験の結果と比較し、処理汚泥を用いた法面の浸食や土砂流出に関する有効性について検討を行う予定である。解析では得られない差異が、処理した汚泥の持つ特別な補強効果となると推察される。最後に、本報の解析データは卒業研究として解析を行ってくれた東洋大学の磯川亮、渡邊ゆかり両君に負う処が多い。彼等の熱意に対し、心から感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 大沢吉範ほか：電解処理した上水汚泥の法面緑化基盤材への適用、土木学会論文集（投稿中）
- 2) 谷中仁志ほか：不飽和土の室内透水試験の検討、土木学会第52回年次学術講演概要集、Ⅲ -A236、pp.472-473、1997
- 3) 谷中仁志ほか：室内試験による不飽和浸透特性の検討、土木学会第53回年次学術講演概要集、Ⅲ -A327、pp.650-651、1998

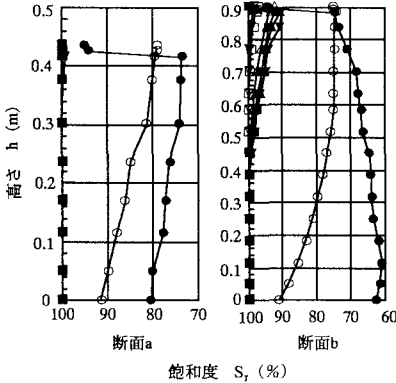


図4 飽和度の分布（ケース1、3）

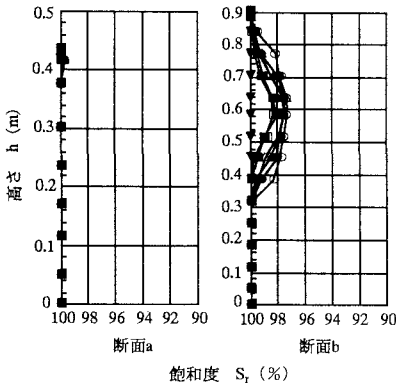


図5 飽和度の分布（ケース2、4）

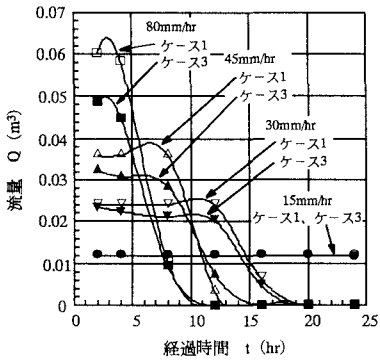


図6 時間と流量の関係（ケース1、3）

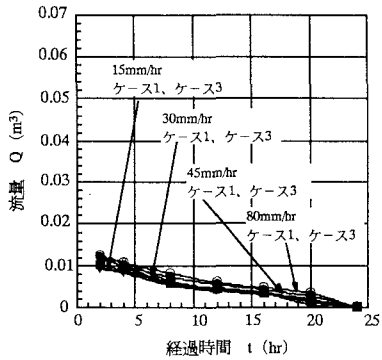


図7 時間と流量の関係（ケース2、4）