

II-73

土壌特性および初期土湿が雨水損失機構に及ぼす影響について

東京大学生産技術研究所 正員 岡 泰道
東京大学生産技術研究所 正員 虫明 功臣

1. はじめに : 不飽和帯水分に関する数値シミュレーションを行う場合、物理的特性に係わるパラメータを対象土壌に即して決定する必要がある。第32回水講¹⁾では、不確定な要素をできるだけ少なくするという観点から、テンシオメータによる現地観測値および比較的精度のよい評価が可能な水分特性曲線を用いてこれらのパラメータや境界条件を規定する方法について考察するとともに、未知パラメータの同定が比較的容易な蒸発過程に関する解析を行った。本稿では、同じパラメータを用いて雨水の浸透過程に関するシミュレーションを行い、自然林地を対象とした解析も含めて、土壌特性および初期土湿が雨水損失機構に及ぼす影響について検討する。

2. 自然林地と都市化域の透水性の相違 : 表1 (a)、(b)は自然林地（長池）、都市化域（永山）の数値シミュレーションで用いた、各層ごとの飽和含水率、最小含水量、飽和透水係数をそれぞれ示している。林地では深度100cmまでの層は透水性がよく、100mm/hr程度の降雨でも十分浸透可能と考えられる。一方、開発域では透水性がよいのは地表面付近のみで、林地と比較して1オーダー以上低い特性となっている。また、対象地点の三相分布から求められる有効間隙（ $pF 0 \sim 2$ ）分布に基づいて雨水の貯留能力をみると林地では200mm程度あるのに対し、開発域では1オーダー小さい。こうした浸透能力の差が林地と都市域の浸透現象の相違として現れている。

3. 土壌特性および初期土湿の相違が雨水損失機構に及ぼす効果 : 自然林地では不飽和帯表層の透水性が非常によく、表面湛水等の影響はほとんど問題にならないため、都市化域についてのシミュレーションを主に行った。得られた成果は以下の通りである。

(1) 都市化地盤における中規模の実降雨を対象としたシミュレーションによる浸潤過程の解析結果を図1、2に示す。2時間ごとのプロファイルの変化（図1）でみると、透水性の最も低い、深度35cm付近がまず飽和し、続いてその飽和域が地表面に向かって拡大して地表に達した時点から湛水が始まっている。湛水が生じた後は浸透能は急速に低下していくが、時間の経過とともに一定値に漸近する傾向がみられる（図2）。このいわゆる「最終浸透能」は1.3mm/hr程度となっており、飽和域の先端（最下端）でありかつ正圧が生じて

表1 深度方向の透水係数の分布

(a) 自然林地（長池試験流域）

soil layer (cm)	θ_o (%)	θ_a (%)	K_o	
			(cm/sec)	(mm/hr)
0 ~ 10	70.5	37.1	6.5×10^{-3}	235
10 ~ 50	73.9	42.0	4.0×10^{-3}	144
50 ~ 100	74.6	65.0	1.9×10^{-3}	69
100 ~ 200	67.1	57.7	3.2×10^{-4}	12
200 ~ 1000	67.1	57.7	1.0×10^{-4}	3.6

(b) 都市化域（永山試験流域）

soil layer (cm)	θ_o (%)	θ_a (%)	K_o	
			(cm/sec)	(mm/hr)
0 ~ 10	65.6	54.7	2.2×10^{-4}	7.9
10 ~ 50	41.4	39.0	2.0×10^{-5}	0.7
50 ~ 100	41.4	39.0	5.0×10^{-5}	1.8
100 ~ 1000	73.0	70.7	5.0×10^{-5}	1.8

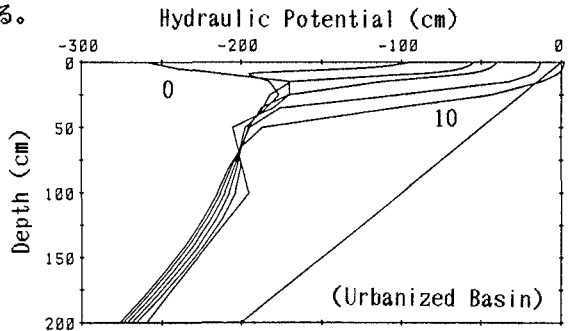


図1 降雨時のポテンシャル・プロファイルの変化（2時間毎）

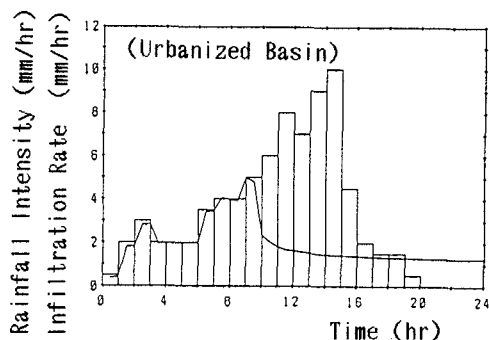


図2 降雨強度と浸透能の関係

いる深度35cm付近飽和透水係数(0.7mm/hr)よりかなり大きいものとなっている。

(2) 都市化地盤での湛水条件での浸透過程について湛水深の大小が浸透量に及ぼす影響を調べたところ(図3)、湛水深最大の5cmと最小の0cmと比較しても10%以下程度である。したがって、現実的な湛水深の範囲内では浸透量に及ぼす影響はそれほど大きくないと考えられる。以下の解析における湛水条件はすべて湛水深2cmとした。

(3) 降雨前の土層の乾湿の影響は、都市化地盤での解析例でみると、図4に示すように初期浸透能に著しく現れていることがわかる。

(4) 自然林地では、テンシオメータによる現地観測値をみると既往のいかなる降雨に対しても飽和域を生じていない。初期条件の相違(乾燥条件と湿潤条件)による影響をみるために行った、定常降雨(50mm/hr)条件での解析例では、両者とも比較的透水性の低い深度100cm以深で飽和域が発生し、それが地表に達してから浸透能の低下が起こっている。図6には乾燥条件下でのプロファイルの1時間ごとの変化状況を示している。浸透能の時間的変化を比較すると(図5)、浸透能低下開始時点の差は約2時間となっており、これは浸透量にして約100mm程度である。この差は、初期吸引圧プロファイルを水分プロファイルに変換した場合の含水率の差にそのまま対応している。飽和域が発生するまでの累積浸透量は350~450mmで都市化域と比較してはるかに大きい。また、最終浸透能は深度200cm以深の透水性の低い層に支配されている。

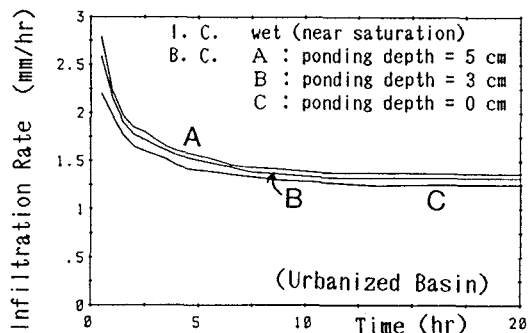


図3 浸透能の時間的変化(湛水深の影響)

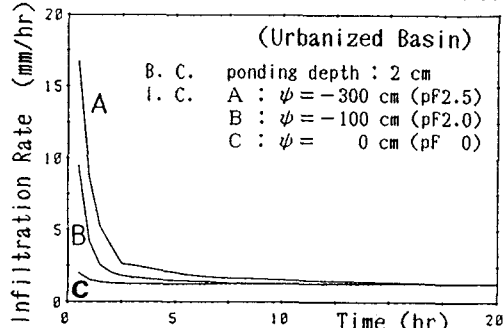


図4 浸透能の時間的変化(初期条件の影響)

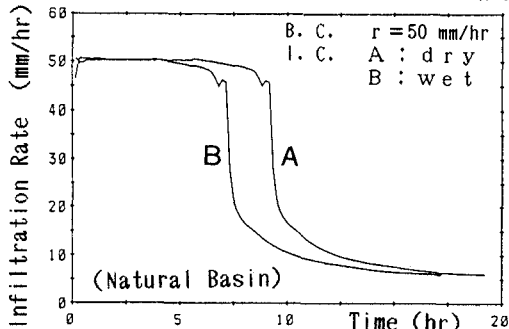


図5 浸透能の時間的変化(初期条件の影響)

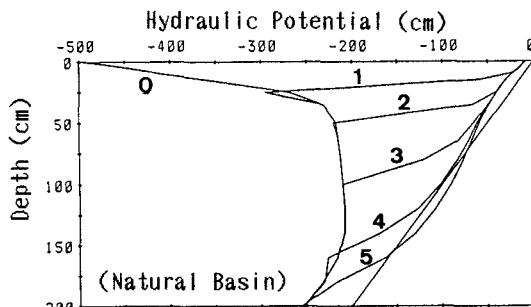


図6 降雨時のポテンシャル・プロファイルの変化(1時間毎)

謝辞：本研究は文部省科研費重点領域研究A02(代表、京都大学教授 高棹 琢馬)の補助を受けている。

引用文献 1) 虫明，岡：土木学会第32回水理講演会論文集，pp.143-148，1988。