

建設省土木研究所 正員 吉野 文雄

○正員 寺川 陽

正員 利根川 誠

正員 田子 秀徳

住宅・都市整備公団 昭島つつじが丘ハイツでは、敷地面積の約7%にあたる約1.7 ha において雨水の処理に積極的に地下浸透を取り入れた工法が採用され、1981年4月よりその効果分析のための観測が続けられている。^{1) 2)} 現在までのところ20mm以上の大きな雨としては9例があるが、表1、図1に示すように、浸透工法の実施は流出率の低下に大きな役割を果たしているのがわかる。

ところで表1をよく見ると、浸透工法実施地区において、例えばNo.6降雨とNo.9降雨は、総雨量、継続時間ともにほとんど同じであるのに、流出率は後者が約10倍であること、No.4降雨はNo.7降雨の総雨量の約2倍であり、継続時間がほぼ等しいにもかかわらず、流出率が約2/3であることなどが続みとれる。これは、若干の観測誤差を考慮に入れるにしても、明らかに降雨パターンによって流出形態が異なることを物語っている。

そこで、こうした現象を説明する試みとして、土中への浸透量が過去の浸透状況の影響を受けるような流出モデルを考案してみた。以下それについて報告したい。

§ 1. モデルの構成

考案したモデルは、図2に示すように2つのタンク(T₁) (T₂) からなっている。それぞれの容量は S₁、S₂ である。(T₁) は、地下埋管の場合には砕石置換部の有効貯留容積、浸透枳の場合には、枳、及び底部砕石置換部容積と考えられる。

表-1

降雨 No	日 時	降 雨		浸透工法実施地区			従来型排水地区		
		雨 量 (mm)	継 続 時 間	ブ ロ ッ ク	流出率	流出率	ブ ロ ッ ク	流出率	流出率
No.1	7/2 ~3	39.8	(hr) 21	①	0.014	0.003	③	0.44	0.42
				②	0.0		④	0.42	
No.2	7/22	22.8	3	①	0.062	0.012	③	0.53	0.55
				②	0.0		④	0.54	
No.3	7/30 ~31	57.0	21	①	0.178	0.035	③	0.48	0.41
				②	0.0		④	0.43	
No.4	8/22 ~23	87.5	30	①	0.13	0.026	③	0.57	0.37
				②	0.0		④	0.36	
No.5	9/19 ~20	32.5	15	①	0.021	0.004	③	0.46	0.38
				②	0.0		④	0.38	
No.6	10/1 ~2	46.3	19	①	0.0035	0.006	③	0.53	0.26
				②	0.0		④	0.21	
No.7	10/8 ~9	43.3	30	①	0.20	0.039	③	0.51	0.34
				②	0.0		④	0.30	
No.8	10/22 ~23	140.0	18	①	0.85	0.17	③	0.47	0.49
				②	0.0		④	0.49	
No.9	11/2 ~3	51.0	19	①	0.30	0.058	③	0.45	0.44
				②	0.0		④	0.47	

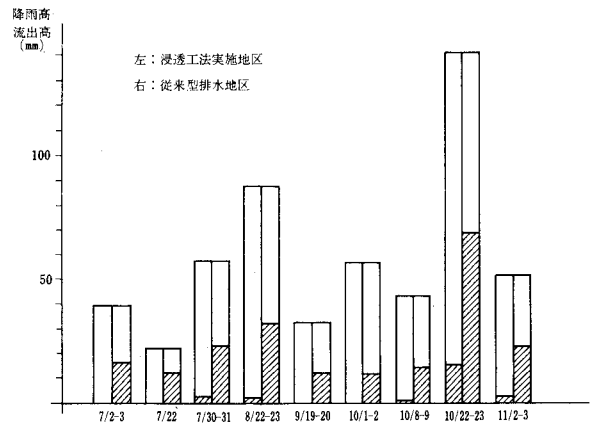


図-1

①₂は①₁から地中への浸透を規定する概念として考えた部分であり、浸透施設周辺の湿潤状態を表わしていると考えてよいだろう。モデル運用のルールは次のとおりである。

- ① 降雨はまず ①₁ に入り ①₂ に P_1 だけ移動し、 S_1 を越えた部分については、浸透施設からの越流水として観測される。
- ② ①₂ からは、 P_2 なる量の水が土壌帯下部に移動する。 P_2 は定数である。
- ③ P_1 は ①₂ の充足の程度に比例する。すなわち

$$P_1 = K \cdot \left(1 - \frac{X_2}{S_2}\right) \quad K; \text{比例定数}$$

今、時間ステップ t における ①₁ ①₂ 内の水の量が、 $X_1(t)$, $X_2(t)$ であったとすると $(t + 1)$ ステップにおいて、この系の平衡状態は次のように記述できる。

$$\begin{cases} X_1(t+1) = X_1(t) + R(t+1) - P_1(t+1) \\ P_1(t+1) = \min\left\{K\left(1 - \frac{X_2(t+1)}{S_2}\right), X_1(t) + R(t+1)\right\} \\ X_2(t+1) = \max\{X_2(t) + P_1(t+1) - P_2, 0, 0\} \end{cases}$$

これは、条件に応じ、4組の3元連立方程式となり、 $X_1(t+1)$, $P_1(t+1)$, $X_2(t+1)$ について解くことができる。

§ 2. モデルの検証

モデルの適用性を検討するために、先に述べた昭島つつじが丘ハイムのブロック1（浸透工法実施地区）からの表面流出の解析を試みた。ブロック

1は、面積2523m²であり、表2のような浸透施設が設置されている。ブロックの単位面積あたりに換算した貯留量は約7.6mm、初期浸透能力で約17.8mm/hrであるから、前述のモデルで $S_1 = 7.6$

mm, $K = 17.8 \text{ mm/hr}$ と考えることができる。残るパラメータ S_2 , P_2 については、実測データをうまく再現できるように試行錯誤で定めることにした。なお、降雨データ及び表面流出データは30分単位で観測されているので計算ステップは30分としたが、流出してから観測ポイントに至るまでの到達時間はこれに比して小さいと考えられるため無視している。

計算の一例として $P_2 = 1.0 \text{ mm}$, $S_2 = 10 \text{ mm}$ とした場合の、9降雨に対する計算・実測流出率を表の形に整理したのが表3である。降雨パターンのがいによる表面流出率の違いが表現できているといえよう。

最後になったが、貴重な観測データを提供していただいた住宅都市整備公団石原土木課長はじめ、土木課、研究試研所の方々に厚く御礼を申しあげたい。

〔参考文献〕1) 石崎他「雨水の地下浸透処理による流出の抑制」土木学会誌2月号(1982)
2) 石原「調整池から地下浸透工法の実施まで」月刊下水道Vol.5 No.4 (1982)

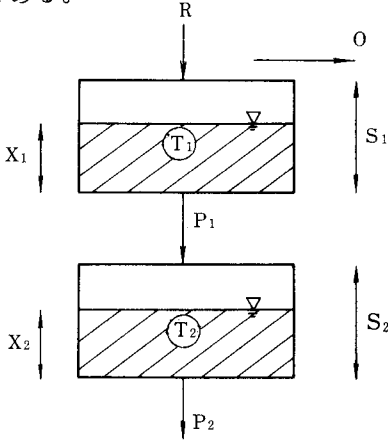


図2 モデルの構成

表2 浸透施設一覧

	施工数量	貯留量	初期浸透能力
浸透枿	10 か所	0.108 m ³ /ヶ所	17.45 ℓ/分/ヶ所
浸透地下埋管	53.4 m	0.114 m ³ /m	5.80 ℓ/分・m
浸透U字溝	87 m	0.139 m ³ /m	3.03 ℓ/分・m

降雨No.	計算値	実測値
1	0.0	0.014
2	0.105	0.062
3	0.236	0.178
4	0.253	0.130
5	0.0	0.022
6	0.0	0.004
7	0.146	0.197
8	0.603	0.852
9	0.203	0.306

表3 実測・計算流出率の比較