

傾斜層モデルによる流出解析 Runoff Analysis by Slant Layers Model

長岡工業高等専門学校 正員 小寺 隆 夫

1. 傾斜層モデル

FIG. A に示すように傾斜した表面流出層と、地表とパイプで連通している同様に傾斜した一連の多重の中間流出層から成立つ流出解析のためのモデルを「傾斜層モデル」と名付ける。

流出層内の流れは、ダルシー則に従うものとする。表面流出層からの流出高 Q_d は、平均水深 d に比例し、その比例定数を α とする。 i 中間流出層の流出高 q_i は $1/D_i$ で表わされる。 1 は中間流出層の容量であり D_i は、 i 中間流出層の固有流出期間すなわち補給を受けることなしに継続できる最大の流出期間である。

さて、すべての流出層が空の状態、降雨が開始された場合、地表に到達した降雨の最初の 1 は、パイプを通じて最下位の中間流出層を満たす。この間 T_1 時間必要とする。そして、この層は、その層に固有の前掲の式で表わされる流出高の流出を開始する。もし単位時間内に 2 回目の降雨があれば、同様に、下から 2 番目の層を満たし、その流出を開始させる。単位時間内の降雨が、すべての中間流出層を満たして、なお余りあれば、表面流出層からの流出が開始される。

中間流出層は、時間の経過に従って刻々に空隙を生じて行く。この空隙は、表面流出が行われている状態であれば、表面流出層内の水から、そうでなければ、新たな降水によって、いずれの場合でも、下位の層の空隙から満たされる。

いま、 Q_i を最下位の層から i 層までの各層の流出高の合計とする。流域から Q_i なる流出が行われているとすれば、それは最下位の層から i 層までのすべての層の流出が行われているものとする。この場合、 i 層が空になる寸前であれば、湿潤度 $WI=(\%)=0$ とし、 i 層が満されていれば、(この時は、 i 層以下の全層が満されている) $WI=100$ とする。

すべての中間流出層の流出高の合計を最大中間流出高とし、これ以下を半減期で第4次まで区分し、その区分ごとに、 i 層の固有流出期間 D_i をもとめる。

$$D_i = D_u + \log (Q_u / Q_i) / \beta$$

ここに、 D_u 、 Q_u および β は、 Q_i が属する区分における最上位層の固有流出期間、区分の上限の流出高および区分に固有の常数とする。

2. 諸 常 数

傾斜層モデルにおいて使用される常数は、(1) すべての流域に共通するもの (2) 流域に固有のもの (3) 洪水ごとに定めるもの の3種に区分される。

(1)の区分に属するものは、最大中間流出高、半減期の次数、各中間流出層の容量、最上位の中間流出層の固有流出期間等であり、(2)の区分には、 α 、 β 、 T_1 等、(3)の区分には、 WI 等が考えられる。

3. 適 用 例

傾斜層モデルを適用した例を、FIG. 1～6、TABLE A、Bに示す。

4. 今後の課題

傾斜層モデルにおいて、最も重要な常数のひとつは、 β である。これを、流域面積、地形、地質、地被等から統計的にもとめる可能性について今後の検討課題としたい。

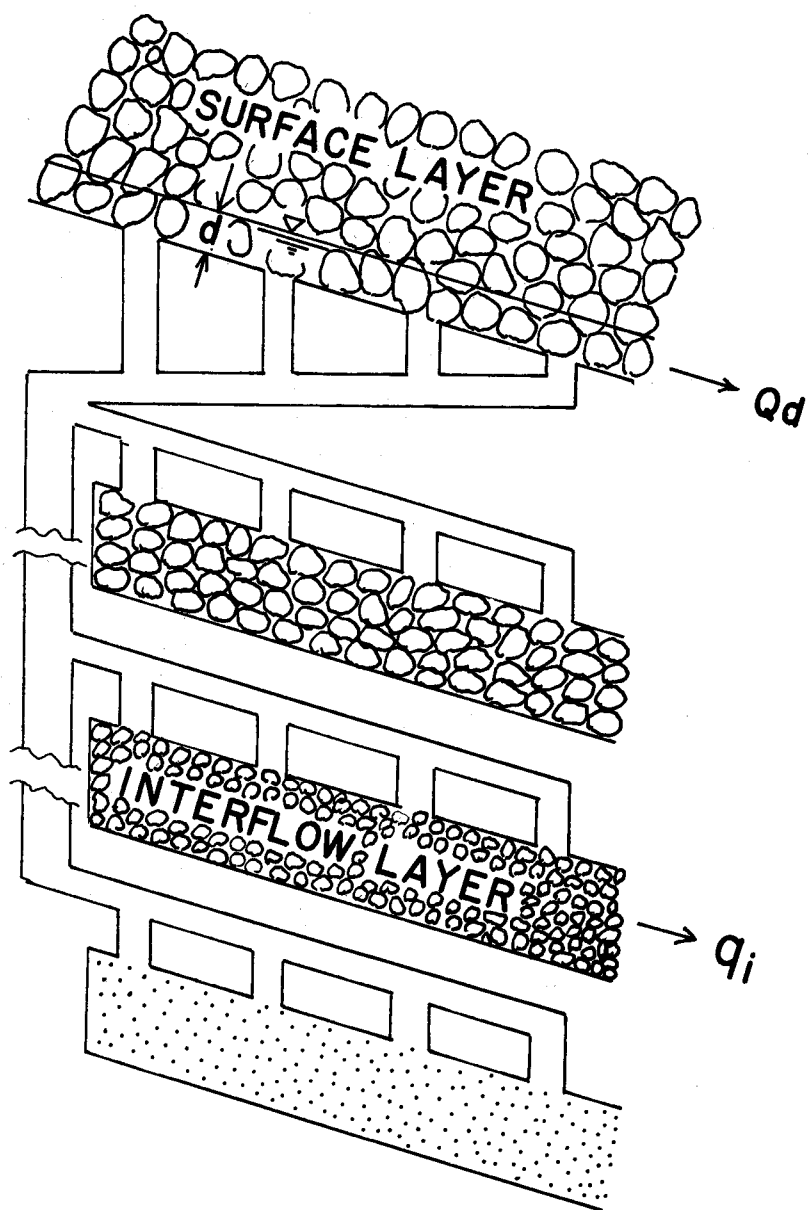


FIG. A SLANT LAYERS MODEL

TABLE A KANNA G. CA=373.6KM2 TL=3H MIWA D. CA=311.1KM2 TL=2H
MIQ=64MM/D ALPHA=0.016(1/H) BETA=0.08,0.04,0.02,0.01(1/H)

CASE NO.	PEAK T Y.M.D.H	WI %	QI MM/D	SR MM	OBS.SQ MM	CAL.SQ MM	OBS.SFQ MM	CAL.SFQ MM
1	KANNA G. 31092718	0	2	103	53	47	9	6
2	KANNA G. 31092718	100	2	103	53	62	9	21
3	KANNA G. 29091904	0	2	106	61	57	26	19
4	KANNA G. 29091904	100	2	106	61	64	26	30
5	KANNA G. 33091811	0	2	214	184	162	137	116
6	KANNA G. 33091811	100	2	214	184	172	187	124
7	KANNA G. 25072811	0	3	178	100	115	21	54
8	KANNA G. 25072811	100	3	178	100	128	21	75
9	MIWA D. 34081409	0	2	215	133	133	87	101
10	MIWA D. 34081409	100	2	215	133	149	87	110
11	MIWA D. 36062806	0	9	348	275	296	171	232
12	MIWA D. 36062806	100	9	348	275	311	171	238

NOTE QI=INITIAL FLOW SR=TOTAL RAINFALL SQ=TOTAL RUNOFF
SFQ=TOTAL RUNOFF OVER MAXIMUM INTERFLOW

TABLE B KANNA G. CA=373.6KM2 TL=3H MIWA D. CA=311.1KM2 TL=2H
MIQ=64MM/D ALPHA=0.016(1/H) BETA=0.08,0.04,0.02,0.01(1/H)

CASE NO.	PEAK T Y.M.D.H	WI %	QPC/QPO %	DIFF.H H	SQ/SR OBS %	SFR/SR CAL %	OBS %	CAL %
1	KANNA G. 31092718	0	109	-1	51	46	8	6
2	KANNA G. 31092718	100	165	-1	51	60	8	21
3	KANNA G. 29091904	0	87	-1	57	54	25	18
4	KANNA G. 29091904	100	97	-1	57	61	25	28
5	KANNA G. 33091811	0	92	0	86	76	64	54
6	KANNA G. 33091811	100	94	0	86	80	64	58
7	KANNA G. 25072811	0	125	2	56	65	12	31
8	KANNA G. 25072811	100	134	2	56	72	12	42
9	MIWA D. 34081409	0	94	1	62	62	40	47
10	MIWA D. 34081409	100	99	1	62	69	40	51
11	MIWA D. 36062806	0	114	-3	79	85	49	67
12	MIWA D. 36062806	100	120	-8	79	89	49	68

NOTE QPC=CALCULATED PEAKFLOW QPO=OBSERVED PEAKFLOW
DIF.H=CAL.PEAKTIME-OBS.PEAKTIME

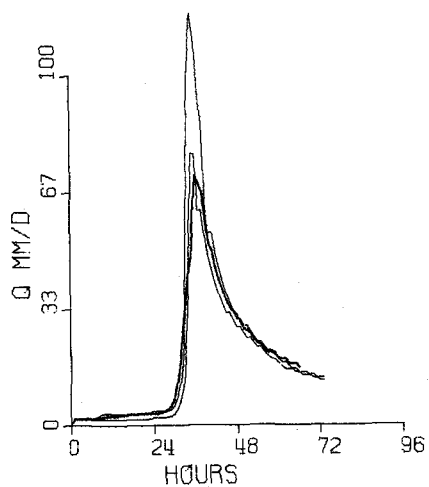


FIG. 1 KANNA G. 310927

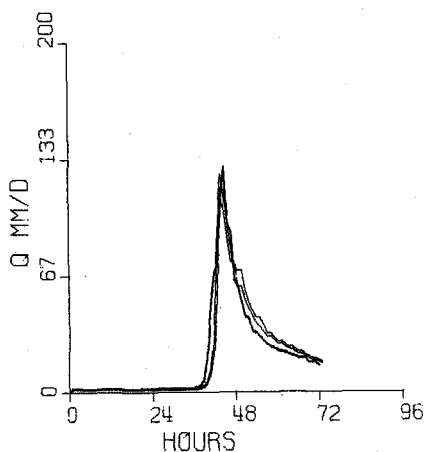


FIG. 2 KANNA G. 290919

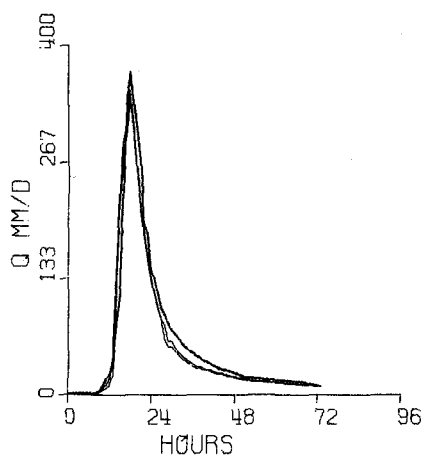


FIG. 3 KANNA G. 330918

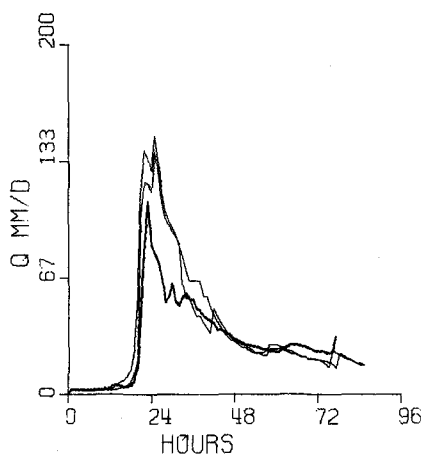


FIG. 4 KANNA G. 250728

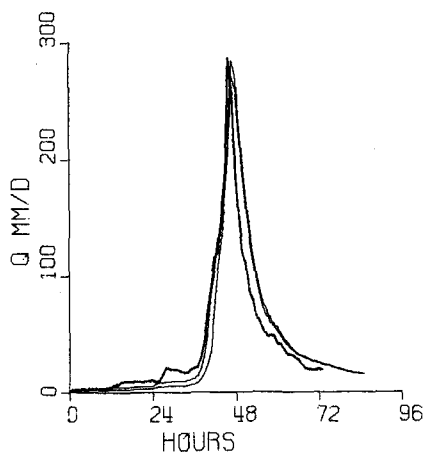


FIG. 5 MIWA D. 340814

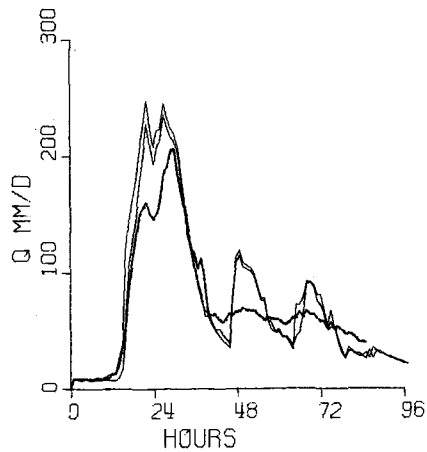


FIG. 6 MIWA D. 360628