

西日本地域一級河川のタンクモデル解析

(株) 東京設計事務所

正會員○梢 満夫

(株) 荒谷建設コンサルタント

正会員 酒井純子

山口大学工学部

正會員 塩月喜晴

1. はじめに

豪雨による洪水被害，都市部の水不足問題など河川を中心とした流域問題は様々である。そのため，流出解析を行い河川流域の流出機構を明確にすることにより，治水事業，利水計画等の河川工事を更に有効的に行うことが出来ると考えられる。そこで，流出解析を行う際に必要となるのは河川流域全体の雨量であるが，流域内の雨量のばらつきが激しいために求めるのは困難である。本研究では簡単に 1 地点の雨量のみによる河川流域の流出解析をタンクモデルを用いて試みた。対象流域は中国，九州の一級河川流域とし，1985～1994 年，10 年間の日単位雨量，流量データを使用した。

2. タンクモデル

図-1はタンクモデルの概念図である。側面の孔（流出孔）、底面の孔（浸透孔）を持つタンクをいくつか縦に直列に配置したもので、上段よりAタンク、Bタンク、...とし、降雨はAタンクにふりこむ。タンク内の水量が流出孔の高さ H 以上になると流出孔から流出する。また同時に浸透孔から下のタンクへ流れ込む。各タンクの流出孔からの流出の和が河川の流量となる。特に断らない限りタンクの断面積は1とする。流出孔の高さ H 、流出孔の流出率 R 、浸透孔の浸透率 G 、これらを総称しパラメータと呼び、実際の流量に合うように試行錯誤で設定する。また、本研究では従来のタンクモデルの構造に改良を加え、図-1のようにAタンクの高さを制限しタンク内の水がその高さを越えると越えた水はタンクから溢れ全て流出する（ $R1A=1$ ）とした。次に蒸発散については、降雨の日はこのことを無視し雨が降らない日のみAタンクから差し引く。また、流域によっては電力水など流域外に送水しているためAタンクより流域外流出量として当時

表-1 各地点パラメータ

地区	佐渡川	高津川	江の川	豊上川	豊伊川	太田川	太田川	太田川	津波川	天山川	松島川	筑波川	筑波川	筑波川
流域	新橋	高島	川平	大津	新伊賀	加計	加計	矢島	一目の出	天橋	小平	小津	津ノ下	津ノ下
流量	423.1	1078	3807	911.4	732.4	835	835	1527	695	532.8	540.5	2315	2315	2315
高津川	2.0	2.5	2.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0
H1A	140	120	300	150	150	240	210	300	100	200	150	250	140	160
R1A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H2A	100	0	10	10	10	75	75	100	10	100	50	50	50	100
R2A	0.05	0.1	0.01	0.05	0.05	0.2	0.3	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
H3A						0.01	0.01	0.07						
R3A														
GA	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.1	0.65	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
H1B	50	40	70	40	80	50	50	50	50	30	50	40	40	45
R1B	0.05	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
H2B			20	20	40	10	10	10	30	20	0	0	0	0
R2B		0.05	0.2	0.1	0.15	0.05	0.04	0.001	0.05	0.05	0.1		0.1	0.05
H3B			10		0									
R3B			0.001		0.05									
GB	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	0.15	0.5	0.4	0.3	0.2	0.4
H1C	40	20	50	60	60	50	50	50	50	65	30	75	50	40
R1C	0.4	0.2	0.5	0.1	0.2	0.2	0.6	0.5	0.3	0.5	0.2	0.4	0.5	0.35
H2C	20	0	35	30	30	10	30	10	35	40	25	10	30	0
R2C	0.2	0.05	0.1	0.1	0.15	0.05	0.1	0.03	0.1	0.1	0.15	0.2	0.1	0.05
H3C	0.5		10	10	10				0.15		0.1			
R3C	0.15		0.001	0.05	0.1		0.015		0.05	0.1				
GC	0.2	0.2	0.07	0.15	0.15	0.3	0.1	0.1	0.1	0.25	0.35	0.3	0.1	0.3
H1D	90	20	50	40	30	50	10	50	50	90	20	120	60	100
R1D	0.4	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2	0.02	0.03	0.3	0.5	0.4	0.3	0.1	0.1
H2D	60	15	35	20	10	30		30	35	75		0	10	20
R2D	0.3	0.4	0.1	0.05	0.1	0.1		0.003	0.2	0.2		0.02	0.05	0.01
H3D	40					0.1		10	10					
R3D	0.05		0.05			0.05			0.004					
GD	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.3	0.07	0.01	0.075	0.15	0.35	0.15	0.05	0.03
R1E	20	10	10	10	10	10	10	10	10	100	50	100	40	40
H2E	0.1	0.1	0.003	0.01	0.01	0.05	0.0001	0.01	0.05	0.1	0.05	0.05	0.1	0.002
R2E										0.05	0.003	0.001	0.05	
GE	0.015	0.01	0.003	0.001	0.001	0.25	0.001	0.008	0.0025	0.02	0.015	0.002	0.02	0.0005

3. 対象地点とパラメータ

各流域の雨量観測所、流量観測所それぞれ 1 地点選出しその雨量地点の雨量データを基に流量地点の流量データと近似するようなパラメータの設定を行った。最終的に決定したパラメータはタンクの段数を全地点 5 段とし各年共通のものである。西日本（中国・九州）地方の一級河川流域の 14 地点のパラメータは表-1 に示す。

S : 流域面積 km^2

蒸発：蒸発散量 mm/day 域外：流域外流出量 mm/day

4. 解析結果

表-2 解析結果

表-2は、表-1のパラメータに基づいた各流域地点の解析結果の一覧表である。

14 流域地点において解析を行った結果、全地点において実測流量と計算流量の関係は良い相関を示し、また、1985、1993年の雨量の多い年は他の年と比べると相関係数が高い値を示した。

太田川⑥⑦、筑後川⑫⑬においては、総雨量、雨の降り方など異なった2地

点の雨量を用いてそれぞれの解析を行ったが、いずれの場合も同程度の相関を示し同じような精度で計算流量は実測流量を表現した結果となった。また、筑後川⑭においては、2地点の雨量の平均値を用いたが1地点の雨量のみを用いた場合と比較しても相関係数は変わらず同じような精度の結果となった。つまり、これらのことからタンクモデルでは入力する雨量の違いはそれほど影響なく同じような精度と云える。

5. 仮想長崎豪雨

表-3 仮想豪雨結果

解析結果より決定したパラメータは洪水時に対応していることが云える。そこで、長崎豪雨（1982年7月豪雨）が各流域に発生したと仮定し長崎豪雨の雨量を導入した場合の各流量地点の溢流するかを解析した。長崎豪雨の雨量データとして、長崎県本明川小野雨量観測所の1982年1年間の日単位雨量データを使用する。小野雨量観測所は、7月23日に日雨量427mmを記録している。

解析結果は表-7.1に示す。

ピーク：パラメータにより再現された7月23日の427mmに対する計算流量(m³/s)
高水流量：建設省が定めた各流量地点の基本計画高水流量 (m³/s)

仮想長崎豪雨解析を行った結果、基本計画高水流量を越えた地点は、②、⑩、⑬である。また、越えてはいないが計算ピーク流量は1日の時間流量の平均値であるため、何時間は溢流が起ると想定される地点は、③、④、⑪、⑭である。11ヶ所の流量地点のうち7地点で日雨量427mmで河川の溢流が起ると想定された。

6. まとめ

タンクモデルによる解析結果は、全地点において高い相関が得られ1地点の雨量のみで河川流域の流出機構を明確にすることが出来た。また、複数の雨量を用いた結果、どちらも流量予測は似たような精度となった。本研究で、Aタンクの高さ制限(R1A=1)を設けたが洪水時のピーク流量を的確に表現することができ有効な手段と云える。それにより、パラメータを用いて仮想長崎豪雨のようなシミュレーションが容易に行え様々な予測に役立つ。今後の課題として、瞬時の防災対策に対応するために短時間の流量予測が必要となり、それに応じたパラメータの設定を行わなければならない。

【謝辞】

本研究にあたり、建設省山口工事事務所の方々に御協力して頂きました。深く感謝の意を表します。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
流域	佐波川	高津川	江の川	斐伊川	斐伊川	太田川	太田川	太田川	遠賀川	大山川	玖珠川	筑後川	筑後川	筑後川
雨量	堀	柿木	市木	鳥上	鳥上	雄鹿原	湯米	雄鹿原	大隈	杖立	森	杖立	森	杖立
流量	新橋	高角	川平	大津	新伊萱	加計	加計	矢口第一	日の出橋	小平	小ヶ瀬	瀬ノ下	瀬ノ下	瀬ノ下
1985年～1994年 10年間														
相関係数	0.814	0.725	0.783	0.666	0.687	0.705	0.700	0.761	0.732	0.817	0.811	0.801	0.758	0.792
雨量	20847	22189	19958	18736	18736	26396	19665	26396	18195	25309	19997	25309	19997	22654
実流量	15133	16763	13379	15972	16431	7516	7516	17739	14512	8525	9156	16533	16533	16533
計流量	15140	16594	13372	15960	16319	7571	7447	18280	14440	8589	9152	16572	16633	16606
流出係数	0.726	0.755	0.670	0.853	0.877	0.285	0.382	0.672	0.798	0.337	0.458	0.653	0.827	0.730
各年 相関係数														
1985	0.744	0.704	0.883	0.667	0.717	0.728	0.730	0.726	0.627	0.972	0.938	0.951	0.925	0.932
1986	0.745	0.739	0.733	0.723	0.824	0.694	0.605	0.727	0.772	0.758	0.533	0.828	0.677	0.832
1987	0.906	0.731	0.729	0.370	0.379	0.624	0.511	0.752	0.903	0.919	0.913	0.910	0.863	0.878
1988	0.873	0.518	0.706	0.691	0.743	0.474	0.430	0.562	0.637	0.529	0.789	0.785	0.741	0.643
1989	0.747	0.770	0.797	0.683	0.729	0.622	0.740	0.757	0.668	0.586	0.822	0.733	0.767	0.666
1990	0.918	0.603	0.619	0.685	0.695	0.524	0.603	0.613	0.822	0.887	0.863	0.881	0.825	0.861
1991	0.852	0.695	0.658	0.640	0.596	0.661	0.665	0.759	0.641	0.857	0.881	0.871	0.851	0.858
1992	0.849	0.672	0.654	0.444	0.525	0.695	0.644	0.801	0.772	0.425	0.807	0.875	0.827	0.828
1993	0.943	0.817	0.865	0.758	0.805	0.860	0.833	0.903	0.883	0.804	0.779	0.697	0.649	0.708
1994	0.813	0.559	0.442	0.319	0.140	0.029	0.230	0.581	0.758	0.504	0.483	0.785	0.568	0.709

	流量地点	ピーク	高水流量
①	○ 新橋	1721	2900
②	× 高角	4543	4200
③	× 川平	10531	10600
④	× 大津	3564	3600
⑤	○ 新伊萱	3682	
⑥	○ 加計	1820	4000
⑦	○ 加計	2348	4000
⑧	○ 矢口第一	5288	7000
⑨	○ 日の出橋	3104	4800
⑩	× 小平	1858	1620
⑪	× 小ヶ瀬	2184	2400
⑫	○ 瀬ノ下	6605	9000
⑬	× 瀬ノ下	9370	9000
⑭	× 瀬ノ下	8685	9000