

遊水池を含む治水計画の策定に関する研究

京都大学防災研究所 正員 地刺 周一
 京都大学工学部 正員 小所 利治
 建設省 正員 〇場山 芳夫
 朝日放送 正員 菅野公一郎

1. はしがき 従来、遊水池は有力な治水施設として広く活用されていたが、近年社会情勢の変化から次第に考慮されなくなった。しかし、多目的遊水池として考えると、その利用価値は高く、有力な治水施設となる。^多そこで本研究は、遊水池建設費用がどのような水準にあるとき設置可能かを明らかにするとともに、治水施設の各々の制御効果を正確に把握した流域シミュレーションを行い、合理的な治水計画の確立とは何か、たものである。

2. 最適施設配置計画 治水計画の目的として、流域における洪水時平均総降雨量の超過確率年(安全率)を増加することと考えれば、最適治水計画は次のように定義される。「定められた予算の制約内において、ある基準地点に対して与えられた超過確率年に対応する洪水流量、特定の土地以外に溢れることなく海へ流下放出させ得る施設の組み合わせのなかで、最短時間で建設可能な計画。いかえると、計画対象とする洪水防御施設の費用最小化問題である。」

流域内の降雨は各観測地点で時間的・空間的に異なり、それらを降雨行列 $R_f (f=1, \dots, \infty; j=1, \dots, n)$ は同じ平均総降雨量における異なるハイトグラフの番号) で表わすとしよう。また、治水施設としては、ダム・遊水池・河川改修をとる。いま i 地点に規模の d_i のダム建設の可否を x_i 、費用を $C_{d,i}$ 、 j 地点に規模の m_j の遊水池建設の可否を y_j 、費用を $C_{y,j}$ 、河川改修規模は、 x, y で作られる行列 (X, Y) の関数、すなわち、ダム・遊水池計画が (X, Y) のとき、対象降雨 $R_f (f=1, \dots, \infty)$ による k 地点の最大流量を、河川の改修後疎通能にとると、配置計画の目的関数は次のようになる。

$$\sum_{i=1}^I \sum_{f=1}^{\infty} x_i C_{d,i} + \sum_{j=1}^J \sum_{f=1}^{\infty} y_j C_{y,j} + \sum_{k=1}^K C_{t,k}(X, Y) \rightarrow \min \quad (1)$$

次に制約条件は、 x, y が 0-1 変数ゆえ、

$$\sum_{i=1}^I x_i \leq 1 \quad (i=1, \dots, I) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J y_j \leq 1 \quad (j=1, \dots, J) \quad (3)$$

および、ダム・遊水池の貯水量が容量を越えないこととなる。式(1)(2)(3)の定式化は、河川の疎通能向上をも独立変数とする方法に比べ、解領域は狭まり、また河川疎通能向上が連続的に定まる利点を持つ。以上の計算手順は図-1のFlow Chartのようになる。

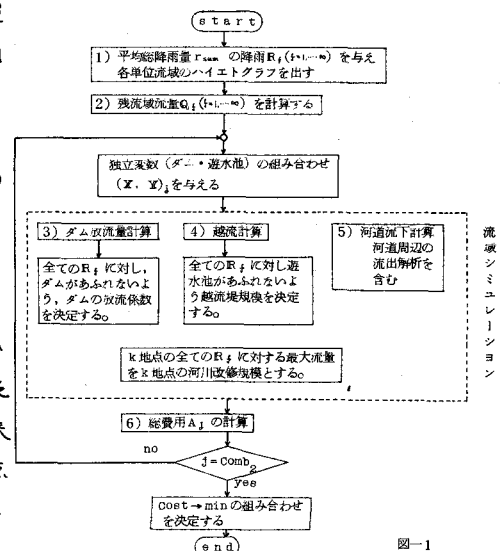


図-1

3. 最適建設計画

施設の建設期間中においても、常に被害を減少しなければならぬ。したがって、計画終了時にはどの地点も被害額は0になるとみなせるので、建設時の目的は建設期間中の期待被害額の総和を最小化することと定義できよう。まず遊水池はその性格上、計画初年度に設置される。またダム・河川の工事期間が、その工事費用のみから定めるとすれば、DPを用いて建設計画を定式化すると(図-2参照)。

$$f_1(x_1) = \frac{1}{(1+r)^{\frac{1}{2} \Delta t(x_1)}} \times \Delta t(x_1) \times D(\frac{1}{2} \Delta t(x_1), S(0,0)) \quad (4)$$

$$f_n(x_n) = \frac{1}{(1+r)^{\frac{1}{2} \Delta t(x_n) + \frac{1}{2} \Delta t(x_{n-1})}} \times \Delta t(x_n) \times D(\frac{1}{2} \Delta t(x_n) + \frac{1}{2} \Delta t(x_{n-1}), S(n-1, x_{n-1})) + f_{n-1}(x_{n-1}) \quad (5)$$

となる。上式は工事の同時施工を認めない形になっているが、建設終了後始めて施設の効果が出る場合は、順番施工と同じ結果になることが、他の計算例より確かめられている。式(4)(5)中の年間期待被害額Dは前述の流域シミュレーションより求められる。ただし、氾濫原は矩形タンクの連なりとをえて氾濫解析を行なっている。

4. 計算例

実際の計算は資料整理の都合上、図-3の仮想流域を対象とした。計画降雨としては、10個の大規模降雨とベースとして与え、各平均総降雨量でのハイトグラフはそれと引き伸ばしたものを利用した。防衛施設は図中に示すように、ダム3、遊水池6、河川改修9箇所がある。

ダム・河川改修費は治水容量・掘削土量に比例するとみなした。また、遊水池費用は土地に対する補償のみを考慮、補償率は、湛水頻度が数十年に1回程度のたれ低くと、た。計画の初期値として、超過確率10年の降雨に対しては河道の疎通能力が満足されているとする。適用において治水計画の目標は200年とすると、その最適配置計画は表-1のようになり、対応する建設手順は表-2のようになった。各単価が変化した場合の計算例については講演時に述べたい。

5. あとがき

以上のように本研究では、治水計画の基本方針および策定手順を明らかにするとともに、遊水池計画の妥当性を調べた。今後、計算時間の短縮とばかり、より普遍的な治水計画を確立してきたい。

参考文献：建設省土木研究所「巴川洪水氾濫予想地図解説書」昭和52年3月 土木研究所資料123号

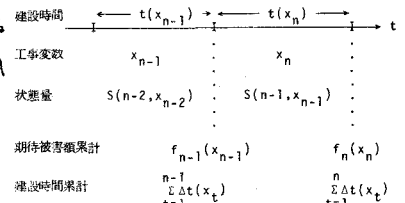


図-2

ダム単価 130 円 / m³
遊水池補償率 0.15
堤防掘削単価 700 円 / m³

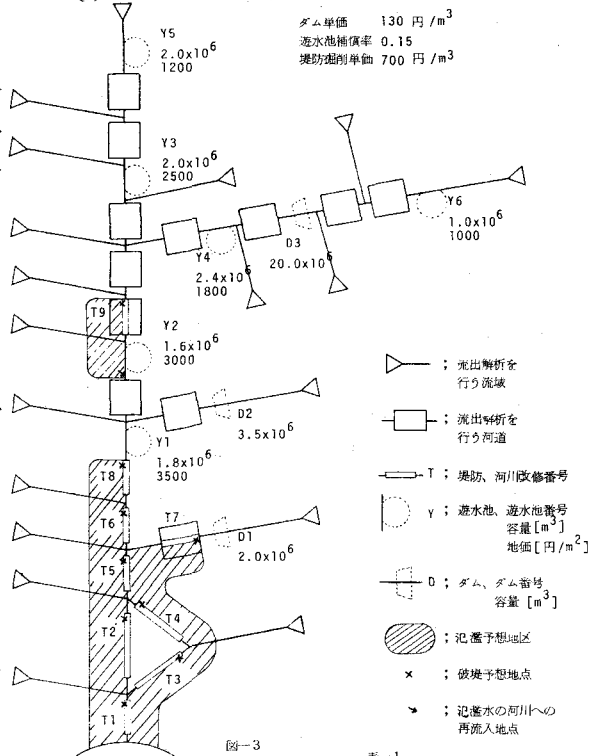


図-3

表-1

容量	費用	
20×10^6	2600	
1×10^6 [m ³]	75 [百万円]	
現行許容流量	改修後許容流量	費用
3033	3628	62
1746	2081	232
1321	1678	160
1164	1387	79
2863	3445	133
2617	3092	126
94	170	50
2553	3037	171
2165	2197 [m ³ /sec]	4 [百万円]
総費用		3694 百万円

表-2

建設順序	工事回数	建設時間	年間期待被害額	期待被害額累計
1	T5	1.33	235	300
2	T7	0.50	58	326
3	T6	1.26	62	392
4	T3, T4	2.40	72	523
5	T8, T9	1.75	86	619
6	D3	26.0	284	2496
7	T1, T2	2.95	0	2496
年			百万円	百万円