

治水投資配分問題の一最適化手法

大阪大学 工学部 正員 室田 明
 近畿大学理工学部 正員 江藤 剛治
 電 源 開 発 正員 ○小松 二郎

1. まえがき：著者らはすでに単一河道（分・合流を伴わない河道）についての解析例を報告した。¹⁾²⁾合流を伴う河道についての解析を考える。河道への投資配分問題を考える場合、被害額と投資額の関係は折れ曲がりをもつ非線形的な関係となる。このような問題の最小値を数理計画法を用いて求めることは困難である。

ここで式(1)の制約条件下で、合流を伴う河道への投資配分問題を考えると、この折れ曲がりの問題は回避できる。図-1の合流モデルで説明する。

$$U_1 \geq \frac{A_1}{A_1 + A_2} U_3, \quad U_2 \geq \frac{A_2}{A_1 + A_2} U_3 \quad (1)$$

U_i ：第 i 河道区間の疎通能

A_i ：第 i 河道区間に対応する流域面積

(1)の条件下で得られる最適解は、問題の真の最適解ではない場合がある。たとえば図-1で、第1河道区間と第2河道区間に対応する氾らん原の重要度に差がある場合。ただし、総投資額が大きくなる程、(1)の条件下での最適解は真の最適解に近づく傾向がある。

2. 定式化：次のような定義と仮定を用いる。a)河道を n 分割する。b)第 i 番目の河道区間を第 i 河道区間と名づける（図-2）。c)総投資額は一定とする。d)これを各河道区間に配分するものとする。c)d)は次の関係で表わせる。

$$K = \sum_{i=1}^n X_i, \quad X_n = K - \sum_{i=1}^{n-1} X_i \quad (2) \quad X_i: \text{第 } i \text{ 河道区間への投資額}$$

e)疎通能の増加分は投資に投資額係数を乗じたものである。f)投資後の各河道区間の疎通能は、初期疎通能に疎通能の増加分を加えたものとする。以上より、第 i 河道区間の疎通能は、

$$U_i = V_i + b_i \cdot X_i \quad V_i: \text{第 } i \text{ 河道区間の初期疎通能}$$

$$U_n = V_n + b_n \cdot (K - \sum_{i=1}^{n-1} X_i) \quad (3) \quad b_i: \text{第 } i \text{ 河道区間の投資額係数}$$

改修後の疎通能 (U_i) は、投資額 (X_i) を変数とする関数である。

g)式(1)が成立する。h)ピーク越流量と被害額は比例する。そのときの比例定数を被害額係数 (C_i) とする。i)一流域において空間的な降雨強度の分布がないものとする。j)改修対象

Akira MURATA, Takeharu ETOH and Jirō KOMATSU

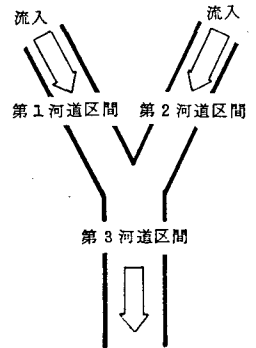
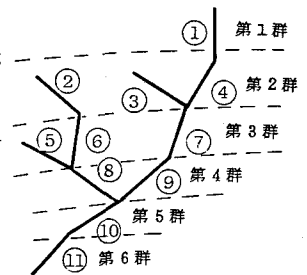


図-1 合流モデル



①：第1河道区間

図-2 河道区間名

河道において洪水の流入は上流端からのみである。k)流入するピーク流量の確率密度関数はある流量以上の部分では指数分布に従う。l)洪水到達時間の遅れはない。m)流れは各河道区間の中では等流である。n)破堤しない。

これら条件のもとに、すべての河道区間からの越流による被害額の期待値（想定総被害額）Dを求める。Dは確率密度関数 $f(q)$ を重みとして0から無限大までの区間を積分したものである($f(q) = w_0 \cdot \beta e^{-\beta q}$)。これは線形制約をもった非線形最小化問題である。このような問題に適応する最適化手法として、本研究ではSUMTにPowell法を援用した手法を用いた。

3. 解析例1：ピーク流量を用いて被害額関数を表わす場合。図-3の合流を伴う河道モデルへの投資配分問題を考える。初期疎

通能分布は図-3中に示す。第1, 第2, 第3河道区間に対応する流域面積はすべて等しいとする($A_1 = A_2 = A_3$)。このとき仮定i)j)より第1, 第2, 第3河道区間に入るピーク流量はすべて等しい($q_1 = q_2 = q_3$)。

総投資額($K=700$)は同じで、全河道区間で被害額係数、投資額係数が同じ値をとる場合(CASE1)と、第3河道区間の被害額係数の値が小さい場合(CASE2)の数値解析結果を図-4, 図-5に示す。

4. 解析例2：ハイドログラフを用いて被害額関数を表わす場合、ハイドログラフと疎通能より越流量を求め、その体積から被害額を求める。用いるハイドログラフは確率評価されていないので、降雨1回あたりの被害を最小にする治水投資配分問題を考える。図-3のモデルを用いる。第1, 第2, 第3河道区間へは同じハイドログラフに従う流入量がある。全河道区間で被害額係数、投資額係数は同じ値をとる。第3河道区間と第5河道区間の境界に遊水池を設ける。遊水池は一定量放流タイプとする。その規模は、あらかじめ決められた遊水機能が働き始める流量(この例では $RU=600$)以上のピーク流量をすべてカットできるものとする。図-6に結果を示す。

計算手法等の詳細は文献3)に記す。

<参考文献> 1)室田・江藤：第27回水講，1983。2)室田・江藤・小松：関西支部年講，1983。3)小松：大阪大学修士論文，1984。

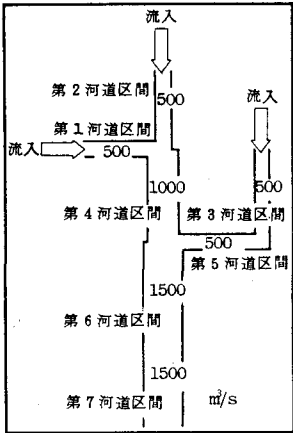


図-3 初期疎通能分布

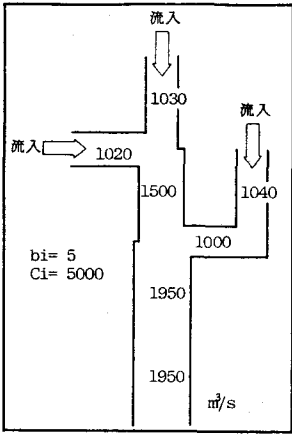


図-4 CASE 1

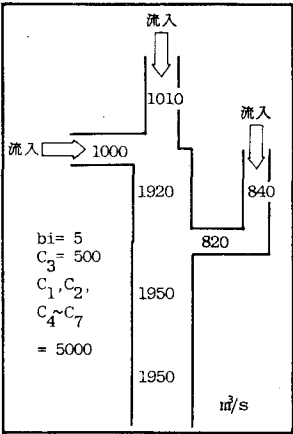


図-5 CASE 2

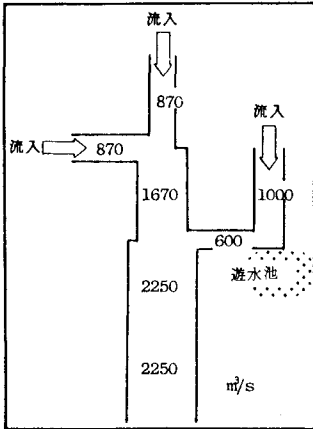


図-6 遊水池を含む河道