

京都大学工学部 正 員 吉川私広
 京都大学工学部 正 員 春名 攻
 京都大学大学院 学生員 西植 博

7. はじめに

流域全体の安全性を向上させるという洪水防御計画目的を設定した場合、治水施設の建設整備において施設の規模を決定する際には、次のような問題点が考えられよう。①現在の洪水防御計画は各計画基準点という側面から個別に検討されている。したがって流域全体からみて整合性がとれているかどうかを検討されていない。②施設の建設整備計画の評価は計画基準点ごとの計画降雨規模を通してのみ行なわれていて洪水防御の効果が具体的に検討されていない。③流域全体を見わたした場合整合のとれた砂の安全性の向上がはかられていない。その他④1水系内における計画基準点を選定し、その重要度ならびに計画規模の決定の過程に対する配慮がなされていない。⑤いかなる降雨パターンを計画に対して想定すべきか。という問題点も考えられよう。またこれに加えて、流域に降った雨の河道の流量への非線形な変換過程をどのように考えよべきか。上流の治水施設の建設整備の下流に対する影響をどうとらえるか。あるいは地域の洪水に対する安全性をどのような尺度で評価すればよいか等のことにも考慮を加えねばならない。

本研究では、以上列举した点の中で、④と⑤でとりあげた計画降雨規模と降雨パターンを条件として取り扱って①、②、③の問題点に着目した治水施設の建設整備計画問題に関する1分析について考察する。

2. 数理計画モデルを用いた治水施設の建設整備に関する1分析

(1) モデルの概要

本モデルでは、先にあげた①、②、③の問題点に着目してつぎのような考察を行、たものである。まず、洪水は社会を生じさせたいように流域全体の安全性を向上させるという洪水防御計画目的を設定する。つぎに、この洪水防御計画目的を達成するために、各計画基準点における目標達成度が互いに異ならないような施設の建設整備を行なうための計画システムの研究を行なう。ここで治水施設の建設整備の具体的内容として、ダム建設・ダム再開発、河川改修を想定する。また計画基準点における安全度の評価尺度として余裕流量(タイプ-1)と安全率(タイプ-2)という2つのタイプを提案した。これらをもとに、各計画基準点に対する安全度と流域全体の安全度の向上のための計画モデルを作成し、計画手段に関する各種パラメータに対するパラメトリック分析を行、た。

(2) モデルの定式化

(a) 主要な前提条件と計画手段のレベル

モデル化を行なうに際し、まず主要な前提条件を述べる。まず7.で触れた④1水系内における計画基準点の選定及びその重要度の決定、⑤計画降雨の算定に用いられる降雨パターン決定などは条件とする。つまり本モデルでは現時点でこれらの妥当性の評価が困難であると判断し現行の計画に用いられている方法を用いることとする。次に分析を進めるにあたり、計画手段を以下のようにレベル分けを行、た。レベル1としてはダム建設、レベル2としてはダム建設と河川改修、レベル3としては以上の手段に加えて、ダム再開発を考える。

さらにダム容量配分については図のように考える。またダム操作に関しては、

洪水に対し最適な操作が行なわれるものと仮定した。さらに実際のデータの分析を行い、治水施設の規模と費用

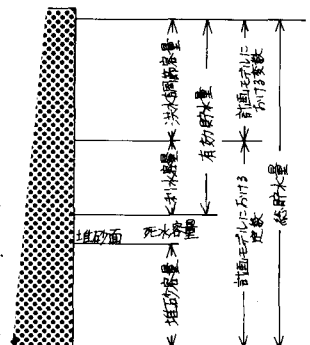


図7 ダム容量の配分

及びダムの放流量と計画基準点におけるピーク流量とは線形性があるものと仮定した。

(b) モデルにおける制約条件

<計画基準点における制約条件>

$$\begin{cases} z_{xi} = \bar{w}_i - w_i & (\text{あるいは } z_{xi} = \{(\bar{w}_i - w_i) / \bar{w}_i\}) \cdots \textcircled{1} \\ \bar{w}_i - w_i \geq 0 \cdots \textcircled{2} & w_i = a_{ii}C_{ii} + \cdots + a_{iti}C_{iti} + \cdots \cdots \textcircled{3} \end{cases}$$

ここに z_{xi} : 計画基準点 i におけるタイプ-1(2)の評価尺度(変数), $\bar{w}_i, w_i$: 計画基準点 i における疏通能及びピーク流量(変数), C_{iti} : 計画基準点 i よりも上流にあるダムの治水容量, a_{ii}, C_{iti} と w_i との関係を示す式の係数である。

<施設の規模に関する制約条件>

$$\begin{cases} \bar{w}_i = \bar{w}_i + r_i \cdots \textcircled{4} & r_i \leq r_i^0 \cdots \textcircled{5} & (i = 1, 2, \dots, N) & C_j \leq C_j^0 \cdots \textcircled{6} & (j = 1, 2, \dots, J) \\ C_l = C_l + p_l \cdots \textcircled{7} & p_l \leq p_l^0 \cdots \textcircled{8} & (l = 1, 2, \dots, L) & A_j \geq A_j^0 \cdots \textcircled{9} \end{cases}$$

ここに $\bar{w}_i$: 河川改修前の疏通能, r_i : 河川改修による疏通能の向上分(変数), r_i^0 : 疏通能向上の上限値, C_j : 建設予定ダムの治水容量(変数), C_j^0 : ダム治水容量の上限値, C_l : 既存ダムの治水容量, p_l : 再開発されたダムの治水容量, Q_l : 再開発後のダムの治水容量(変数), p_l^0 : 再開発の上限値, A_j : 建設予定ダムの利水容量(パラメータ), A_j^0 : 利水容量の下限値

<費用に関する制約条件>

$$\begin{cases} m_{ri} = \alpha_{ri}r_i + \beta_{ri} \cdots \textcircled{10} & m_{dj} = \alpha_{dj}(A_j + C_j) + \beta_{dj} \cdots \textcircled{11} \\ m_{re} = \alpha_{re}p_l + \beta_{re} \cdots \textcircled{12} & m_{re} + m_{dj} + m_{ri} \leq M \cdots \textcircled{13} \end{cases}$$

ここに m_{ri} : 河川改修費(変数), α_{ri}, β_{ri} : 改修費と疏通能の関係を示す係数, m_{dj} : ダム建設費(変数), α_{dj}, β_{dj} : 建設費とダム規模との関係を示す係数, m_{re} : ダム再開発費(変数), α_{re}, β_{re} : ダム再開発費と再開発規模との関係を示す係数

<目的関数>

以上にあげた制約条件のもとに水系全体の安全度をバランスよく向上させるための尺度として、計画基準点ごとの評価尺度の最低水準をとり、Min-Max 法を用いてこの値の最大化をはかる。

<結果の考察>

以上に述べた計画モデルを用いて淀川水系を対象とした分析を行い、結果を簡単に示すと次のようである。まず、計画手段としての河川改修とダム建設を比較した場合、ダム建設が優先的に実施される。またダム再開発は費用が高いため、費用的に十分効率的であると判定されたときの最後の計画手段であろう。次に評価尺度を余裕流量であらわした場合、河川改修の効果は、あまり大きく評価されないが安全率であらわした場合にほとんど反対に河川改修の効果が大きく評価されると同時に地域の重要性が治水施設の建設整備計画に大きく反映されている。これらの結果の考察をとおし、この計画モデルによってある程度有効な計画情報が得られたものと考えらる。

3. おわりに

上にあげた計画モデルにより、なんらかの成果がもたらされたと考えられ、同時に将来への発展性、応用性に対する配慮が重要であると考えらる。つまり本モデルでは淀川水系について53/3とよばれている降雨パターンのみを用いたが、複数の降雨パターンを用いた解析を行う必要がある。また上記モデルで線形性があると仮定したダムの放流量と下流基準点におけるピーク流量との関係を厳密な流出解析によつて求めねばならないし、計画基準点における安全性を示す評価尺度に対しても検討を加えねばならないと考えらる。このような点に関し先にあげた計画モデルを発展させ講演時に発表するものとする。