

IV-194 多様な降雨パターンを前提とする治水施設整備計画の策定方法に関する実験的検討

京都大学大学院 学生員○田井中 靖久

京都大学工学部 正 員 春名 攻

京都大学工学部 正 員 古川 和広

1. 本研究のねらい

近年、都市化流域における水害の発生危険度やダメージポテンシャルの増大にともない、都市防災という観点からの治水計画問題は重要な課題となってきた。このため現在までは、治水防災水準の向上をめざして、ひとつの計画降雨がもたらす流出状態に対して治水施設を災害の少なくなるように計画をするという方法がとられてきた。ところがこのような治水施設整備計画の設定方法に関して、計画理論的に見ていくつかの問題がある。その問題の一つが、『一つの計画降雨のみを対象とする治水施設整備で良いのか』という疑問である。つまり、われわれは多様な降雨パターンに対して、一定の治水安全度を確保するような治水施設の整備が必要であると考え、これらの降雨パターンを前提した計画代替案の合理的な設計方法の開発が重要であると考えたのである。そこで本研究ではこれらの観点から、多様な降雨パターンを前提とした代替案の設計方法について実験的な検討を行なった。

2. ハイブリッド型治水計画モデルの構成と代替案設計プロセスについて

本研究では、多様な降雨パターンを対象とするモデルとして洪水被害現象の再現を行なうシミュレーションモデルと、計画目的を達成するための最適探索モデルとを混成したハイブリッド型計画モデルを用いることとした。その構成は図-1に示すようである。すなわちこのモデルは、まず各施設の施設規模の代替案をシミュレーションモデルに入力し、それに対応する目的関数値や制約条件値を出力する。さらにその出力結果を入力値として最適探索モデルによってよりよい各施設の施設規模の代替案を設計する。そして、その代替案を再びシミュレーションモデルに入力するというサイクルを繰返すことによって、最適な施設規模の代替案を設計しようとするものである。またハイブリッド型治水計画モデルの最適探索モデルで用いる最適化手法は、コンプレックス法を用いた。

ついでモデル分析の方法について簡単に述べておくと、ハイブリッド型治水計画モデルは、目的関数値や制約条件値をシミュレーションモデルの出力値として表現するため、関数形が明らかでないので最適化手法は、非線形の問題にも対処できる方法である必要があるが、一般の非線形問題は局所解という問題があり、全域的な最適解を少数の探索によって得られる保証がない。従って出力結果の動向を的確に把握し、できるだけ効率的に最適解に接近していく方法をとる必要がある。また多様な降雨パターンに対して治水安全度を確保する治水施設を構築する必要があるため、複数の降雨を合理的・効率的に考慮できる方法をとる必要がある。そこで、本研究では図-2に示す方法を用いることとした。すなわち、まず対象流域の降雨の中から検討対象降雨を抽出し、ついでこの検討対象降雨をその特徴を生かしてパターン分類する。

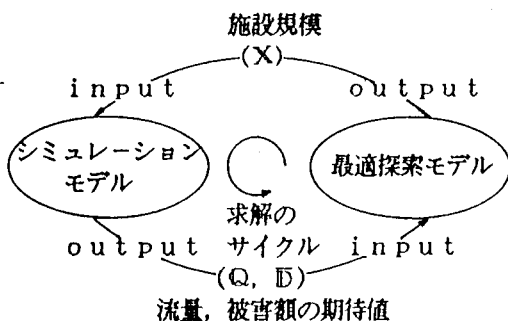
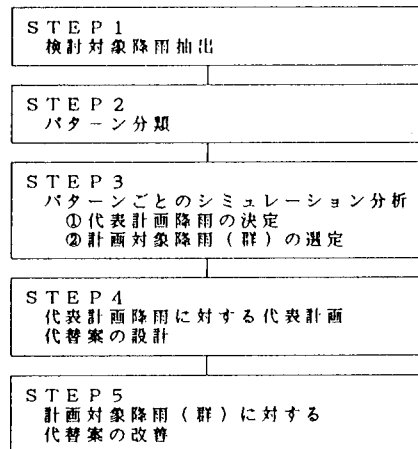


図-1 ハイブリッド型治水計画モデルの構成



降雨の変化を考慮した代替案

図-2 複数の降雨パターンを前提とした

検討プロセス

複数の降雨を合理的・効率的に考慮できる方法をとる必要がある。そこで、本研究では図-2に示す方法を用いることとした。すなわち、まず対象流域の降雨の中から検討対象降雨を抽出し、ついでこの検討対象降雨をその特徴を生かしてパターン分類する。

そして各パターンごとにシミュレーション分析を行ない、計画対象降雨（群）を選定する。また、この過程を通して代表計画降雨の決定を行ない、代表計画降雨に対する代表計画代替案の設計を行なう。そして最後にすべての計画対象降雨（群）に対する代替案の検討と改善

表-1 降雨パターンの分類

を行ない、降雨パターンの多様な変化を考慮した代替案を設計する方法について検討を加えた。

3. 実験的検討

本研究では、都市化の進展によって治水安全度が低下しているにもかかわらず、都市化の進展に比して治水施設の整備が遅れている猪名川流域を対象として実験的検討を行なった。ここでは、当流域の治水施設の配置・規模決定問題を、被害額の期待値を評価尺度とする費用制約下の最大成分最小化問題として規定し、定式化した。そこでまず昭和25年から昭和61年までの36年間の降雨の中から降雨観測点の半数以上で50³mmの降雨のあった97降雨を検討対象降雨として抽出した。ついで総降雨量を考慮してクラスター分析を用いて降雨パターンの分類（表-1）を行ない、各降雨パターン代表降雨に対するシミュレーション実験結果より、計画対象降雨として降雨の引き伸ばし倍率が2.5倍以内の12降雨を選定した。そして、その選定された12降雨の中からシミュレーション実験による現況分析の結果を考慮して47年9月型降雨を代表計画降雨とすることとした。そこで47年9月型降雨を用いて、代表計画代替案の設計を行ない総費用をパラメータとするパラメトリック分析を行なった。そしてこの分析結果にもとずいてその中から総費用300億円の場合について、降雨パターンの変化を考慮した代替案の改善を行なうこととした。そこでまず代表計画代替案のシミュレーション実験を通して、代表計画降雨の治水安全度を確保していない6降雨を、降雨パターンの変化を考慮した代替案の改善検討降雨とした。ついでその6降雨について順序付けを行ない、代表計画降雨の治水安全度を確保するような代替案を順次作成した。ここでは、その代替案が代表降雨とそれまでに検討した降雨に対して、代表計画降雨の治水安全度を確保しているかを検討し、図-3に示すような結果を得た。これらの結果から計画対象降雨に対する代替案の改善は、総費用の増加を最小にしつつ治水安全度を確保するような施設配置を求めることができた。また、図-2に示した降雨パターンを前提とした代替案設計プロセスによって合理的・効率的に代替案を設計することが出来ることが明らかになったと考えた。以上のように、この検討を通して本方法を用いたハイブリッド型治水計画モデルによる代替案の設計方法は、降雨パターンを前提とした治水施設の配置・規模決定問題に対して有効な方法であることがわかった。最後に本研究を取りまとめるにあたり協力していただいた現在建設省の渡邊泰也氏に対して感謝の意を表します。

降雨パターン	降雨の変動分布	降雨の時間分布	回数	代表降雨
1-1	水川上流域・余野川流域で降雨が多い	前方集中型	4	36年9月16日
1-2		中央集中型	6	60年8月24日
1-3		後方集中型	4	42年10月28日
2-1	水川上流域・一摩大踏次川流域で降雨が多い	中央集中型	3	53年6月15日 28年9月24日
2-2		後方集中型	2	43年8月28日
3-1	一摩大踏次川流域・余野川流域で降雨が多い	前方集中型	1	53年9月15日
3-2		中央集中型	7	54年9月30日 47年9月16日
3-3		後方集中型	4	57年7月31日
4-1	水川下流域・余野川流域で降雨が多い	前方集中型	1	50年8月6日
4-2		中央集中型	6	32年6月26日
4-3		後方集中型	4	42年7月8日
5-1	余野川流域で降雨が多い	前方集中型	1	55年10月18日
5-2		中央集中型	4	44年6月25日
5-3		後方集中型	5	50年8月22日
6-1	水川下流域で降雨が多い	前方集中型	1	51年10月8日
6-2		中央集中型	3	50年7月3日
6-3		後方集中型	6	40年5月26日
7-1	水川下流域で降雨が少ない	中央集中型	4	34年9月26日 35年6月21日
7-2		後方集中型	2	35年8月12日
8-1	流域で平均的に降雨がある	前方集中型	6	34年8月12日
8-2		中央集中型	9	47年7月11日 41年9月17日
8-3		後方集中型	13	58年9月14日

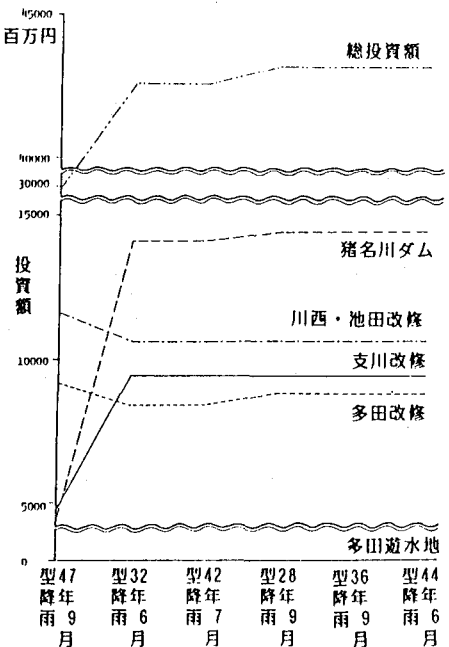


図-3 降雨パターンの増加による代替案の変化