

近畿大学理工学部 正員 中西 祐 啓
 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

1. はじめに

貯留施設と排水施設を併用した治水計画の安全度は、洪水ハイドログラフ（ハイレートグラフ）の「ピーク値および総量の結合確率分布」に基づいて評価する必要がある。

著者らはすでにその基礎となる理論と、その結果から得られる、具体的かつきわめて簡便な安全度評価の手順を示し、これを等危険度線と名付けた。本報告では等危険度線の理論を遊水池の段階的拡張計画に適用した例を示す。その目的は次の通りである。

- ① 等危険度線を描くための具体的な手順をわかりやすく説明する。
- ② 等危険度線の理論が実用上きわめて有効な手法であることを示す。

2. 残流域がない場合の等危険度線

横軸に排水施設容量、縦軸に貯留施設容量をとる（以下排水容量、貯留容量とよび y_0, z_0 で示す）。安全度 κ_0 を一定とする。このとき、等危険度線の方程式は、

$$z_0/z_{0u} = \{(y_{0u}-y_0)/y_{0u}\}^s \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに通常、 $s=2\sim 3$ ($s=2$ が安全側)。また、

$$z_{0u} = F_z^{-1}(\kappa_0), \quad y_{0u} = F_y^{-1}(\kappa_0)$$

F_z は総流量（総雨量）の確率分布関数、 F_y はピーク流量（ピーク雨量）の確率分布関数である。

y_{0u} は貯留施設がまったくなく排水施設のみによって治水を行うとときに所与の安全度 κ_0 を保つに必要な排水施設の容量を意味する。 z_{0u} は逆に排水施設がまったくなく、洪水をすべて溜め込むと考える場合に所与の安全度 κ_0 を保つに必要な貯留施設の容量を意味する。

y_{0u} はピーク流量の確率分布関数、あるいは実測ピーク流量を確率紙にプロットしたものから非超過確率 κ_0 に対応する値として簡単に推定することができる。同様に z_{0u} は総雨量（総流量）の確率分布関数あるいは確率紙から容易に推定することができる。すなわち、 y_{0u}, z_{0u} の評価においてはピーク

値と総量の結合確率分布に関する情報は全く必要ないという点が非常に重要な点である。あとは y_{0u}, z_{0u} を結ぶ等危険度線の形状がどうなるかという問題であるが、結合確率分布に基づく理論的検討により、式(1)に示すように、2～3次のパラボラで近似できることを示した。よって等危険度線を実際に描く手順は以下に示すように極めて簡単である。

- ① κ_0 を与える。
- ② ピーク値の確率評価により κ_0 に対応する y_{0u} を、総量の確率評価により、同じく z_{0u} を求める。
- ③ y_{0u}, z_{0u} を2次放物線で結ぶ（安全側）。

以下 κ_0 を変えて種々の安全度に対して等危険度線を描けばFig. 3の破線に示すような図が得られる。

$s=2$ （2次放物線）が安全側であることは、すでに理論的に示されているので計画上はこの方法を用いればよい。しかし、実際のハイドログラフを用いて s を評価すると、 s は2～3の値のまわりに分布する。 s が2より著しく小さい場合には放物線はかなり安全側を示すことになる。よってより精密な確率評価をする場合には、実際のデータを用いて s を正確に評価する必要がある。この評価の方法については次節で具体例を用いて説明する。

3. 実河川への適用

3.1 資料

貯留施設の操作方式は一定量放流とする(Fig. 1参照)。

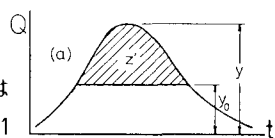


Fig.1 一定量放流

1974年～1983年 7月の

9.54年間の時間雨量資料を用い、これを流出解析により流量に変換したものを用いて検討を行った。

雨量資料としては、測定期間中ある程度以上の強度を持つすべてのハイレートグラフを用いた。すなわち非毎年資料に基づいて統計解析を行った。水文量の統計解析でよく行われているように年最大値系列を用いると、資料数が減少する。また、年最大値を選ぶとき、ピーク値で決めるのか、総量で決めるの

かという問題が生ずるからである。

雨量資料のうち洪水とみなせるものをピック・アップする。本報告では次のようにした。流域全体一様に5mm/hrの降雨があったときの流量を y_B とし、それを越す流量を洪水と見なした。また、計算で得られたハイドログラフから5mm/hr相当流量(y_B)を差し引いたものを洪水のハイドログラフと考えた。このようにすると、ピーク流量が過小評価されることになるので、最終的に得られた等危険度線の排水施設容量に y_B を加えた。

次に一雨降雨を定義しておく必要がある。12時間以上無降雨が続けばその前後の雨は別々の雨であると判断した。このようにすると1974年～1983年7月の間に82個の洪水のハイドログラフが得られた。これらのハイドログラフから等危険度線を求めた。

3.2 資料の確率評価と等危険度線のプロット

得られたハイドログラフのピーク流量、総流量をワイブル・プロット法(トーマス・プロット法)により対数生起確率紙にプロットした。

これより、ある危険度を与えたときのピーク流量、総流量の値を読み取る。その値が y_{0u} 、 z_{0u} である。 y_{0u} 、 z_{0u} から2次放物線近似で等危険度線を描く場合に必要プロットはここまでである。

実際の資料を用いて、それにあう s を推定して等危険度線を描くには以下の手順が必要となる。

下流の疎通能 y_0 を何段階かに分けて、その時必要な貯留容量、すなわち y_0 以上の総流量を求め、確率紙にプロットする。このとき、より大きな洪水だけをピックアップすることになるので、確率評価に使えるハイドログラフの数は少なくなる。

確率年 T を固定して考えると、確率紙にプロットした枚数分の等危険度の点を得られる。この点から式(1)の s を推定する。式(1)の対数をとれば、 $\log(z_0/z_{0u}) = s \cdot \log\{(y_{0u} - y_0)/y_{0u}\}$ (2) となり、 $\log$ - $\log$ 座標上にプロットしたものの勾配から簡単に s が求まることがわかる(Fig. 2右上)。その s によって($y_0 - z_0$)座標上に曲線を描けば、それが等危険度線である。本報告では、確率年 $T=5, 10, 20, 50, 100$ 年について調べたところ、傾き s は3～4となったので、 $s=3.5$ として等危険度線を描いた(Fig. 2左下の図参照)。

3.5 結果および治水安全度評価

得られた等危険度線をFig. 3に示す。

$s=2$ が安全側であることがわかっているから、治水計画をたてる場合には $s=2$ とすればよい。参考のためにこれを破線で示している。

計画中、あるいは既存の貯留施設の容量を z_0 軸上に、排水施設の容量を y_0 軸上にとる。(z_0 、 y_0)点における等危険度線の値を読み取れば、それがその計画の治水安全度ということになる。

Fig. 3からは、例えば次のことがわかる。

① 一期工事(1st Stage)で河道のみを改修すれば治水安全度は1/5以下、河道・遊水池の一期拡張計画が修了した時点では1/20となる。

② 二期工事(2nd Stage)完了時には1/50である。

一見して明らかなように、等危険度線は、排水施設と貯留施設を併用する実際の治水計画において、極めてわかりやすく、かつ合理的な安全度評価の手段となる。

