

講座

洪水特論 V

洪水貯水池

正員 伊藤 剛*

1 河川の沿岸を水害から守る土木工事は治水事業と呼ばれているが、その工法に三通りある。その第1は河床を掘さくしてこの土砂を両岸に盛つて堤防をつくる堤防式である。兩岸の堤防の高さ、必要な河幅を決めるには河川の最大洪水量を安全に流過出来るように定めればよい。

最大洪水量を定める理論、流過出来るかどうかを調べる水理公式は古くから研究され、又実験されているから相当正確に求めることが出来る。たとえ資料が十分でなく共、腰だめ式に堤防の高さを定めて実際の洪水に際して河積の不足がわかつたならば、或は更に掘さくしたり又は堤防を嵩上げることも出来る。又現実にも前に河川工事が行われるのであるから、沿岸の老幼男女とも安心するし、水害でその年の農作物を失つた農民の失業救済にもなる。之等が堤防式の特徴であり、古くから各地で採用されて来た所以でもある。従つて工法の研究もすみ、この工事に必要な土機械も発達し整備されている。今日この工法が治水事業の主流をなしている。

第2の方法は砂防式である。之は上流山間部の溪流に適する工法で、この地域では洪水によるはん濫は短時間で終るからむしろ河岸の欠潰、土砂の推積、はん濫の方が恐しい。

従つて土砂流の多い水源の狭控部に堰堤を築いて土砂を溜めたり、河岸を護岸で固めたり、床止め工を用いて河床の侵蝕を防いだり、或は又山腹に土砂の崩壊や、侵蝕を防ぐ帯工を施す。

之等の治水事業は近年はむしろ下流の平地部の河川工事の保持上、河川工事に先行し又は併行して行われるようになった。そして工費が多額に要するので今迄多く施行されなかつたものが、下流の経済価値の多い土地を守る河川工事の一連として行われるようになった為事業の価値が認められ多に進展して来たものである。流出土砂量の測定、土砂の安定等未だ究明されていない部門が多く施工法の研究もまだ未熟の域を脱しない。特に労力不足の土地に施工される工事である

から機械力の利用に工夫を要する点が多々残されている。

第3の方法は本論の主題である貯水池式の工法である。即ち山間部の不毛の土地に貯水池をつくり、こゝに洪水を溜めて、下流へ流れる洪水量を軽減する方法である。

フランスでは100年前から、アメリカでは50年前から実施されて来た工法で、始めは堰堤が築造される河川のみを対象としていたものであるが、近年に至つてはその河川が合流する本川の開発された沿岸を対象とするに至つた。従つて貯水池の規模も大きくなり、後述のように他の利水等の目的にも併せて利用されるに至つた。堤防式工事の要求する基本理論は最大洪水量と河道の流過能力を求める水理学だけであつたが、洪水貯水池に至つてはこの他降雨の流出量と出現時刻、洪水量の時間的変化等を求める理論を必要とする。即ち前者が定流理論であるに対し之には不定流に関する水理学の理論が必要となつた。施工については発電、水道等に経験済みの堰堤工事であるが、之等に較べて規模が大きいので特種の工法も必要とされ、水門等の種類も相当異なるので特別の研究を必要とする。従つて理論、施工にもまだ研究の余地が甚だ多い。

以上3つの方法のうち実施には工費の安いのを採る可きであるが、日本の一般河川では単位延長当りの工費は第1の堤防式が一番安く、砂防式は高い。貯水池も相当高いので一般には前述の如く堤防式が最も広く行われている。併し地形上特種の河川では貯水池式の方が安い。砂防式は現在は前兩者の一連の工事として併行して実施される可きものと考えられるに至つた。更に近年人口増加に伴い土地を得るのに甚だ困難となつて来たし、発電、農業、水道用水と併用されるに至つたため貯水池式の必要が認められるに至つたものである。

2 洪水貯水池と他の貯水池との相異

貯水池の位置選定上の違いと設計上の違いとに分けて述べる。

発電用貯水池は調節能力と落差との相乗積の大きい

* 建設省河川局治水課長

のを望む。その他の貯水池は調節能力だけを欲し落差の大きいのは好まない。

発電用貯水池は河川の水源に近い程有利である。何となれば、この貯水池によつて調節された増加流量は、下流の各発電所で尽く利用されるからである。他の利水用貯水池は下流にある程有利である。水を需要する場所迄の水路の長さが短縮出来るし、一旦河川に放流されても、再び取水される迄の間が短いから、蒸発、しん透又は他に奪われる怖れがないからである。洪水貯水池の適地は之等の中間である。何となれば上流すぎでは、捕捉出来る洪水が下流河川の一小部分に過ぎないし、下流すぎでは洪水波が扁平となるため、少しの洪水流量低減にも莫大な貯水容量を要するからである。

洪水貯水池の位置選定にはその他本川、支川の洪水出現時刻差を考慮する必要がある。もし下流に近い支川に設けた場合を考えるに、洪水調節とは要するに洪水波を扁平にして、遅れて放流することであるが、この遅れて放流された洪水が本川の最大洪水の時刻に合さると却つて本川の最大流量が人工的に増加されることになる。之では寧ろ調節しない方がよい。上述の理由は必ずしも洪水貯水池を支川に設けてはならぬ理由とはならない。只支川に設ける場合、この水理条件をわきまえて操作することが必要で、換言すればこのような操作の出来る容量の貯水池でなければならぬのである。

次に堰堤地点の地形を考えるに、狭い狭谷性の場所では堰堤を高くしても貯水容量はその割合には増加しない。このような所は落差を必要とする発電用には適するが洪水貯水池には適さない。

各種貯水池に対する堰堤の構造の差異は水門の位置である。発電用のものは、落差の変動を好まないから、水門は洪水の放流用のもののみを堰堤頂部に設ける。その他のものでは貯水池の底迄利用するから、更に深部にも水門を必要とする。洪水貯水池の堰堤では、出水期に貯水容量を大きくあけておく必要上、深部に、然も相当大きな水門を必要とする。高水圧の水門の製作技術が洪水貯水池の死命を制するとさえ謂われている。

3 洪水貯水池の計画

洪水貯水池を計画する場合対象とすべき洪水の規模の採り方は、堤防式の場合と同様である。水害から守るべき沿岸の経済価値により、或は100年に1回のひん度の洪水を対象とすべきだし、又或は50年に1回の洪水を対象とする場合もある。只通常余り小規模の

洪水を対象とするのは経済上成立たないのが普通である。何となれば日本の河川には在来小さい乍ら堤防があるから、この堤防の天端だけを嵩上げすれば足りる程度の工事は非常に安くすむ。故にこの程度の工事に間に合う小洪水を対象とするならば洪水貯水池式は高価に失する。下流に長い区間に亘つて、在来堤防を拡張するため多くの土地を潰す場合に始めて洪水貯水池式の価値が生れて来る。

例えば利根川に於ては、群馬縣の利根川と烏川との合流点以下204kmに亘り兩岸の堤防はほぼ連続している。狐川江戸川も同様である。故に改訂計画に於ては下流堤防が地質上高くし得る限度と、河川幅を拡げても人家、耕地の移転、取用が左程大きくならない程度に於て築堤部の河積を拡げることとし、余剰の3000 m³/secは群馬縣下の水源に於いて洪水貯水池を設け之により調節低減することに計画した。

北上川に於ては中流の岩手、宮城縣境を貫流する区域が狹窄部になつており、更に下流は既に改修済みで堤防が連続しているので、岩手縣下に於て洪水調節するのが最も有利となるので猿ヶ石川、和歌川等の大支川にその目的で貯水池を設けることにした。

洪水貯水池の規模は必要な洪水量低減に要する有効容量を与える如く定める。若し一ヶ地点で足りない場合は数ヶ地点に設けなければならない。北上川に於ては5ヶ所、利根川に於いても7ヶ所(本川5ヶ所、鬼怒川2ヶ所)を予定されている。

洪水貯水池の計画の場合、どの位洪水量を低減すべきかを定めるには、下流の堤防式改修費と比較しなければならない。何となれば洪水貯水池を設けても下流を無堤のまま放置するわけにはいかない。下流を堤防式で改修する場合ある限度を越えると急に改修費が多額となり又補償等のため実施が急に困難となる所がある。その限度以上の洪水量を貯水池式で貯留するのが最も経済的である。どの位を貯水池で調節し残りを堤防式で受入れるかを色々な場合につき工費を出して見てその額の最小となる所が最も合理的な組合せとなるのである。

一地点の貯水池に於いても、自から最大と最小の低減量は決まる。例えば圖-1の如き洪水曲線に於ては Q_1 が洪水調節量の最大で之以上即ち Q_2 迄調節せんとすれば、洪水曲線が急に緩くなるから低減量の割合に所要貯水容量が急に増加して不利である。又余りに小さい調節量即ち2割以下では観測誤差の範囲に近づき不確実ということになる。

偕この様にして決つた調節作用をなさしめるために

は、どんな設備が必要であろうか。

図-1 に於て Q_1 が必要な調節量であるとするれば、之に対応した容量 A_1 を必要な貯水量とする。そしてこの容量を確保するには水深 H_1 を必要とするとするれば、水深 H_1 に於て Q_1' を放流出来る設備を堰堤に設ける必要がある(図-2参照)。若し之がないと洪水量が Q_2' 以下でも貯水池に洪水が溜つて了つて確保しておいた A_1 なる容量が減つてしまう。

図-1

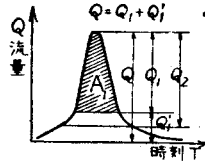
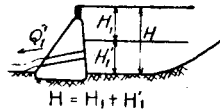


図-2



実際の場合には問題が稍々複雑となる。即ち洪水が来て流量が Q_1' 以上となると貯水池の水深は図-2 に於て H_1' 以上になる。然るに水深が H_1' 以上となれば水深に比例して放流量 Q_1' も増して来る。もし Q_1' を一定に保とうとするれば放流孔に水門を設けて之を操作しなければならない。高水圧の水門を half opening にすることは安定上悪いから避けなければならない。従つて実際の設備としてはある大きさの放流孔のある水深に設けて、之に洪水流が来た場合の放流量変化と貯水位増加を計算して所期の調節が出来るかを試算し放流孔の大きさ、水深等を決めるのである。この場合の微分方程式は次式の通りである。

$$Q_{in} + S \frac{dh}{dt} = Q_2$$

但し Q_{in} : 貯水池に流入する洪水量、時間により変化する。

S : 水深 h の時の貯水池面積

$\frac{dh}{dt}$: 水深の変化

Q_2 : 放流量、 $h^{\frac{3}{2}}$ の函数であるのが普通

この微分方程式は解析的には解けないから、数値計算か或は図式解法によつて解く。

4 洪水貯水池の操作

洪水貯水池は必要な貯水容量を出水期には空虚に保つておかなければならない。洪水が来て一旦満水となつたならば、下流に害を与えない程度の放流量で出来る丈早くもとの水位に戻さなければならない。従つて若しこの貯水池を水力発電、農業用水等に併用しようとするならば、之等に必要容量と洪水調節に必要な容量との和を必要とする。但し出水期が終れば満水にしても差支えなく、従つて冬期の貴重な発電や春期の田植用水に利用出来る。

以上の理由により洪水貯水池を水力発電に併用させる場合、第1発電所は落差の変動の著しい、又出水期を過ぎて必ずしも満水せしめ得るか予知出来ないから発電量の変化の多い発電所となる。故に成る可く第2、第3の発電所を設けて流量変化による発電量の不動を均等化するよう計画する必要がある。

貯水容量の小さい洪水調節貯水池を発電等多種の目的に併用せしめようと計るの余り、出水期でも洪水容量喰ひ込んで貯水しておき、出水予報により予備放流して洪水が到着する直前に必要水深を確保しようとする操作方法は危険である。本年のキジア台風は始めの予報では大阪湾から東京湾の間に上陸する見込みであつたが四国沖で変針して山口縣方面に上陸した。

日本の洪水予報は台風が近海に近づいた頃の気象予報で出水を予知しなければ時間的に間に合わない。今の気象学の発達現状や、通信設備、水理資料の整備されていない我国に於いてはこのような操作を実施するのは極めて時期尚早である。併し我々はこの様な操作が可能になるよう地味な努力を今からつけなければならないと思う。

11 月中入会特別員

団 体 名	住 所 及 び 電 話
(2級) 苫小牧製紙株式会社	東京都中央区銀座4の3 電(56)6163-5. 6187-9. 6195-8
(3級) 綾部市役所	京都府綾部市大字本宮村字上野 電 14
() 田口鉄道株式会社	愛知県南設楽郡鳳来寺村大字門谷字笠川17の1 電 鳳来局 7
() 日本鋼管株式会社鶴見造船所	横浜市鶴見区末広町2の1 電(5)3084-9. 3986-90
() 富士製鉄株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋1の12の1 電(24)7746-50. 7751-9