

ダムによる洪水調節に関する考察

国土交通省近畿地方整備局

国土館大学理工学部

早稲田大学大学院創造理工学研究科

早稲田大学創造理工学部

正会員 ○野呂田 亮

正会員 北川 善廣

学生会員 瀧口 雄貴

フェロー 鮎川 登

1. はじめに ダム管理事務所などのホームページで出水時におけるダムの洪水調節状況が発表されているが、それらによると洪水調節の必要のない小洪水を調節している事例が多くみられる。本研究では、利根川水系渡良瀬川の草木ダムの洪水調節事例を解析し、洪水調節方式の妥当性を検討し、ダムの洪水調節容量を有効に利用し、ダム下流の流況に与える影響を少なくするような洪水調節方式について検討した。

2. 渡良瀬川・草木ダムの概要 渡良瀬川は皇海山(スカイ山 標高2143m)に発し、渡良瀬渓谷を流下し、大間々で平野に出、古河市の南で利根川に合流する流域面積 2621 km²、幹川流路延長 107 km の利根川の左支川である。渡良瀬川の洪水防御計画の基準地点は高津戸(流域面積 469 km²)で、その下流で桐生川、旗川、矢場川、秋山川などの支川が合流する(図1)。草木ダムは高津戸の上流 22 km の地点に 1977 年に建設された高さ 140 m の重力式コンクリートダムで、洪水調節、水道・工業・農業用水供給、発電、流水の正常な機能の維持を目的とする多目的ダムである。流域面積は 254 km²、総貯水容量は 6050 万 m³、有効貯水容量は 5050 万 m³、洪水調節容量は 2000 万 m³、利水容量は洪水期(7月1日～9月30日) 3050 万 m³、非洪水期(10月1日～6月30日) 5050 万 m³で、発電出力は 61800 kW である。

3. 草木ダムによる洪水調節 草木ダムの洪水調節は計画高水流量 1880 m³/s を最大放流流量 640 m³/s に調節するように計画されている。洪水調節方式は一定率・一定量方式で、ダムへの流入流量 Q_{in} が 500 m³/s を超えると、放流流量 Q_{out} が $Q_{out} = \{(Q_{in} - 500) \times 0.1 + 500\}$ となるように放流する。流入流量が減少し始めた時はその時点の放流流量を流入流量と等しくなるまで放流する。サーチャージ水位は EL.454 m である。

草木ダムの洪水調節効果は高津戸の流量で評価される。高津戸における草木ダムの残流域(流域面積 215 km²)からの流出量ハイドログラフを流出解析により算定し、ダムへの流入量ハイドログラフを加えたものを高津戸の洪水調節無しの流量ハイドログラフとし、ダムからの放流量ハイドログラフを加えたものを高津戸の洪水調節有りの流量ハイドログラフとし、それらの差を草木ダムの洪水調節効果とする。高津戸の計画高水流量は 3500 m³/s であるが、高津戸より下流の現状の最小流下能力は 2000 m³/s である。草木ダムで洪水調節が行われた 10 洪水について洪水調節効果を検討した結果を図2に示す。最大の洪水であった 1982 年 8 月洪水時の高津戸のピーク流量は草木ダムで洪水を調節しなかったときは 2570 m³/s で現状の流下能力 2000 m³/s を上回り、洪水を調節した場合は 1590 m³/s で現状の流下能力以内におさまる結果になり、1982 年 8 月洪水の場合は草木ダムによる洪水調節により洪水氾濫が防がれたと推定された。2001 年 8 月洪水の場合も洪水調節の効果が認められたが、他の 8 洪水は洪水調節をしなくても高津戸のピーク流量は 2000 m³/s 以下になり、洪水調節の必要はなかったものと推定された。



図1 渡良瀬川流域の概要

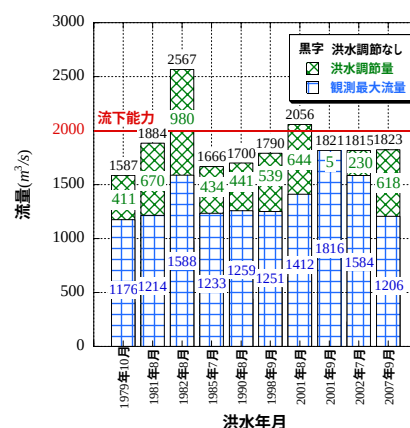


図2 高津戸における洪水調節効果

4. ダムによる洪水調節に関する考察 ダムの洪水時の操作規程は計画洪水を対象として作成されている。計画洪水は 100 年確率降雨のような豪雨を対象としているので、計画洪水時にはダムの残流域からの流出が大きくなり、洪水防御計画基準点のピーク流量を計画高水流量以下におさめるためにダムからの計画放流量(最大放流量)を小さくすることが必要になる。そのために洪水調節をしなくてもよいような小さな洪水まで調節することになる。

洪水をダムで調節する必要のない小洪水(ダムに流入した洪水を調節せずにそのまま流下させても下流で氾濫しないような洪水)と調節の必要な洪水(ダムで調節しないと下流で氾濫を生ずる洪水)に分けて考え、調節の必要な洪水を計画規模の大洪水とそれほど大きくない中洪水に分けて考える。中洪水の場合はダムの残流域からの流出は大洪水の場合より小さくなるので、その分ダムからの放流流量を大きくすることができる。洪水調節を必要とした 1982 年 8 月洪水(草木ダム流入ピーク流量 $1670 \text{ m}^3/\text{s}$)における高津戸のピーク流量が $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ になるように一定量放流方式により洪水調節するときの放流流量を求めると $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ となる(図 3)。大洪水(計画洪水)のピーク流量は $1880 \text{ m}^3/\text{s}$ で、高津戸のピーク流量を $3500 \text{ m}^3/\text{s}$ にするための放流流量は $640 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

草木ダムの最大流量であった 1982 年 8 月洪水を一定率・一定量放流方式と一定量($1000 \text{ m}^3/\text{s}$)放流方式により洪水調節する場合の洪水貯留量は 1630 万 m^3 と 560 万 m^3 、最大放流流量は $635 \text{ m}^3/\text{s}$ と $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、高津戸のピーク流量は $1590 \text{ m}^3/\text{s}$ と $1990 \text{ m}^3/\text{s}$ となった(図 4)。ダムへの流入洪水ピークがふた山あった 2001 年 9 月洪水の場合は一定率・一定量放流方式ではふた山目で貯水位がサーチャージ水位に近づき、 $640 \text{ m}^3/\text{s}$ を超えて $900 \text{ m}^3/\text{s}$ を放流する緊急事態になった。この洪水を一定率・一定量放流方式と一定量放流方式で洪水調節する場合の洪水貯留量は 1870 万 m^3 と 80 万 m^3 、最大放流流量は $900 \text{ m}^3/\text{s}$ と $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、高津戸のピーク流量は $1815 \text{ m}^3/\text{s}$ と $1820 \text{ m}^3/\text{s}$ となった。草木ダムの 10 洪水について一定率・一定量放流方式と一定量($1000 \text{ m}^3/\text{s}$)放流方式により洪水調節した結果を比較すると、一定率・一定量放流方式の場合は 10 洪水とも洪水調節するが、一定量放流方式の場合は 4 洪水は調節しないでそのまま放流され、洪水時の貯留量は一定量放流方式の方が一定率・一定量放流方式よりも小さく、高津戸のピーク流量は一定量放流方式の方が一定率・一定量放流方式より $300 \sim 400 \text{ m}^3/\text{s}$ 大きくなる。

中洪水と大洪水に対処する洪水調節方式として図 5 示すような方式が考えられる。

5. おわりに ダムは洪水時に計画洪水(大洪水)を対象として作成された操作規程に従って操作されるが、ダムの洪水調節容量を有効に利用し、ダム下流の流況におよぼす人為的な影響小さくするためには中洪水を考慮した操作規程を作成することが必要であることを指摘した。本研究の遂行にあたり国土交通省関東地方整備局から貴重なデータを提供していただきました。記して謝意を表します。

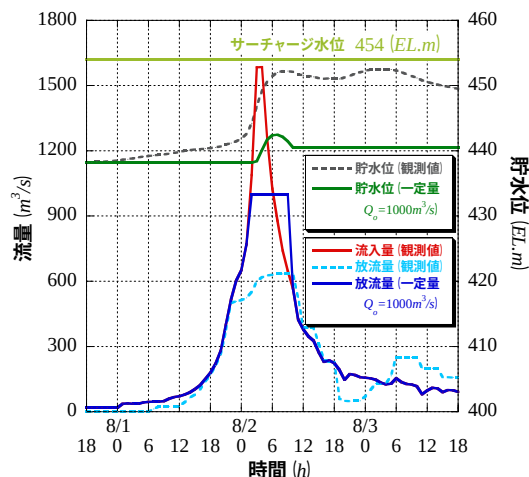


図 3 1982 年 8 月洪水の洪水調節状況

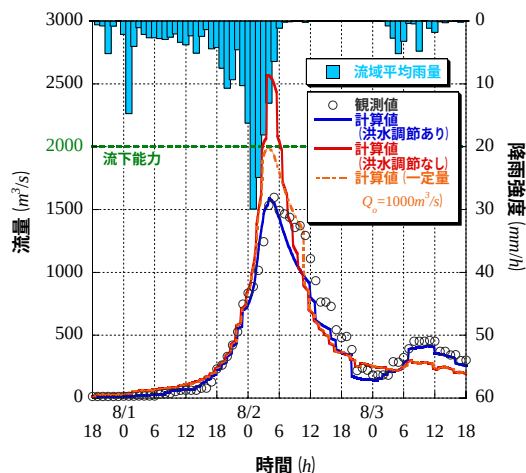


図 4 高津戸における洪水調節効果の比較 (1982 年 8 月洪水)

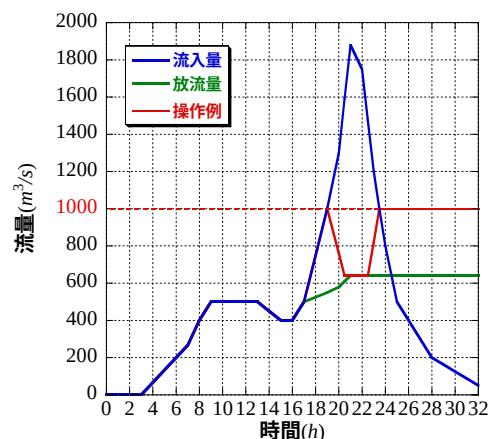


図 5 中洪水と大洪水のダムの洪水調節方式