

平成 30 年 7 月豪雨災害を踏まえた超過洪水時のダム治水操作手法の検討 A Study on Reservoir Operation for Flood Control under Large-scale Flood Events

○野原大督・竹門康弘・角 哲也

○Daisuke NOHARA, Yasuhiro TAKEMON, Tetsuya SUMI

In July in 2018, a strong frontal rain system caused prolonged and torrential rainfall in the broad areas in the western Japan. While many reservoirs contributed to mitigate flood impacts by controlling flood water in the rivers, some reservoirs lost their flood control volumes to regulate river flow in the downstream by the overwhelming amount of inflow in the middle of the flood event. Those reservoirs therefore had to release the same amount of water as inflow after that, and resulted in severe inundation in the downstream in some river basins. Considering lessons learnt from this flood event, a robust reservoir operation method is discussed for flood control under large-scale flood events in this report.

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨災害では、ダム洪水調節能力を超えるような規模の降雨により、全国の 8 基のダム貯水池で洪水調節操作中に洪水調節容量が満杯となり、洪水中に流入量と同量の放流を行う異常洪水時防災操作が実施され、洪水後期においてその治水機能が失われる事態となった。ダム洪水調節機能が洪水途中で失われたことにより、流域によっては下流において甚大な被害が生じ、愛媛県の肱川流域では、野村ダム下流において 5 名、鹿野川ダム直下流において 4 名の人的被害が生じた。ダム貯水池の洪水調節能力を超えるような規模の出水が生じた場合、洪水調節によるダム空き容量の枯渇に伴い、やむを得ず洪水調節の最中に放流量を大きく引き上げる操作が行われる可能性が高くなる。特に下流河川の疎通能力が小さい場合に下流における氾濫の可能性が非常に高まることから、こうしたダム防災操作の実施にあたっては細心の注意を払う必要がある。本稿では、平成 30 年 7 月豪雨災害にて顕在化したダム洪水調節操作に関わる課題を踏まえながら、特に超過洪水時のより安全なダム治水操作手法の検討を行う。

2. 平成 30 年 7 月豪雨でのダム治水操作の状況

国土交通省の取りまとめによれば、国土交通省所管の 558 ダムのうち、西日本を中心とした全国の 213 ダムで洪水調節を実施し、下流洪水被害の軽減・防止に効果を発揮した一方、そのうち 8 つのダムでは、洪水期間中に洪水調節容量を使い切

る見込みとなり、異常洪水時防災操作が実施された¹⁾。同操作に至った要因の一つは降雨・流出の規模であるが、流出波形に着目すると、肱川流域の 2 ダム（野村、鹿野川）では、後期集中型の一山タイプであるのに対し、その他の 6 ダムでは、複数のピークを持った長い出水タイプであった。

一方、異常洪水時防災操作への移行のタイミングで見ると、5 ダム（岩屋、一庫、日吉、引原、河本）では、流入量の減少局面であったのに対して（図 1）、野村、鹿野川、野呂川の 3 ダムでは、流入量の増加局面で同操作が開始された（図 2）。その結果、後者では、洪水調節中の流入量と放流量が大きく乖離している状態から、増加する流入量に放流量をすり付けるため、放流量の増分割合はさらに大きくなり、結果として特に直下流での河川流量は急激に増加する結果となった。このように、流入量がピークへ向けて鋭く立ち上がる段階での異常洪水時防災操作の実施は、これまであまり想定されてこなかったが、こうしたタイミングでの急激な放流の増加は、ダム下流での河川における急激な水位上昇・氾濫、そして氾濫範囲と浸水深の急激な拡大へとつながりかねず、場合によっては沿川住民の避難の必要性の認知から氾濫到達までの避難等に利用できる時間を縮めてしまう可能性があり、課題があると考えられる。

他方、流入量の減少局面で異常洪水時防災操作に移行したダムでも、淀川流域の日吉ダムなどのように最後の流入ピークにおいて十分な洪水調節効果が発揮できていないケースがあり、長期間に

およぼ複数のピークから構成される降雨で総流出量が大きくなる場合に、いかに後期の流入ピークに備えられるかが、全体の洪水調節効果を高める上で重要となってくると考えられる。

3. 超過洪水時のダム治水操作手法

ここで言う超過洪水とは、ダムの治水容量と洪水調節操作ルールから見た場合の、ダムが持つ現有治水能力を超過する規模の洪水を指す。ここでは特に、これまであまり注目されてこなかった、流入量の増加局面で洪水調節容量の不足が見込まれる場合のダム治水操作手法について着目する。

暫定操作を行っているなどの理由で、流入量が增大しているのに放流量を少ない量で維持している場合、貯水量の増加が早くなる。残りの貯水量が少なくなったタイミングで、降雨のピークによる流入量の著しい増加があると、短い時間で異常洪水時防災操作に移行、すりつけ操作を行わなければならない、放流量をさらに著しい割合で増加させなければならない。この結果、下流河川ではこれからピークを迎えるタイミングで自然状態よりも速い水位増加が生じることになる。

これを軽減するためには、洪水調節容量の残りが少なくなった段階で、放流量と流入量の差を大きく取らないことが重要である。流入量がどこまで増加するのかが実時間では正確に分からない以上、安全側を考えれば、空き容量がある程度少なくなれば、それに応じて洪水調節量（流入量と放流量の差分）を小さくし、貯水量の増加を抑えるようにして、今後の流入量の著しい増加の可能性に備える必要があると考えられるからである。

こうした操作方式として、VR方式²⁾などが提案されているが、流入波形の事前の想定が必要となる上に、通常は流入量の減少局面での検討事例が多い。そこで、一例として、一定量放流方式のダムを対象として、以下のような計算式に基づいて放流量を算出するケースを検討した結果を示す。

$$\alpha(t) = 1 - (V_F - V_e(t)) / V_F \quad (1)$$

$$\gamma(t) = \max[\alpha(t) - c, 0] \quad (2)$$

$$R(t) = \gamma(t) \cdot [Q(t) - Q_F] + Q_F \quad (3)$$

ここに、 $\alpha(t)$ は洪水調節可能容量 V_F に対する時刻 t までの洪水調節による貯留量（治水容量使用率）、 $V_e(t)$ は空き容量、 c は一定量放流操作から放流増加への移行を開始する治水容量使用率、 $\gamma(t)$ は洪水調節制限率、 $R(t)$ 、 $Q(t)$ はそれぞれ放流量と流入量、

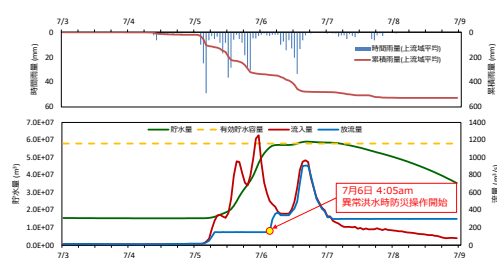


図1 淀川流域日吉ダムの洪水調節操作実績（国土交通省水文・水質データベースの時間データを用いて作図）

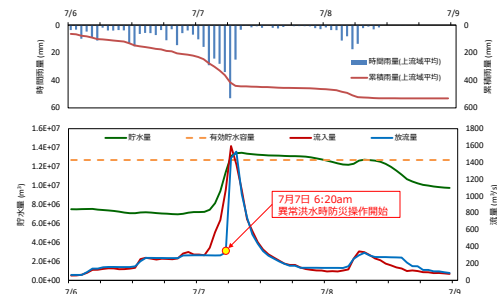


図2 肱川流域野村ダムの洪水調節操作実績（同上）

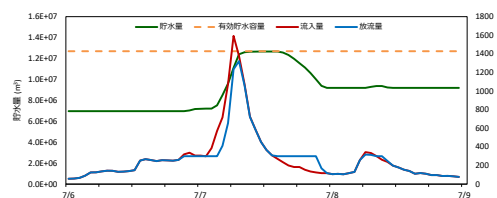


図3 空き容量に応じて洪水調節割合を変化させた場合の野村ダムの治水操作シミュレーション結果

Q_F は一定量放流操作での放流量である。図3に、平成30年7月豪雨における野村ダムを対象として、 $c=0.2$ の条件でこの操作方式による操作計算結果の一例を示す。ピーク放流量の低減が見られるほか、1時間あたりの放流量の最大増加量も実績での $1124 \text{ m}^3/\text{s}$ （時間データをもとに算出）から $579 \text{ m}^3/\text{s}$ と、流入量の1時間あたりの最大増加量（ $519 \text{ m}^3/\text{s}$ ）に近づいている。規模の小さい洪水で治水容量を十分に使い切れない可能性があるという課題があるものの、超過洪水時の治水操作手法として一考の余地がある。その他の検討事例については、発表当日に紹介する。

参考文献

- 1) 異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会：異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能と情報の充実に向けて（提言概要），http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chousetsu_kentoukai/index.html.
- 2) 三石真也・角哲也・尾関敏久・松木浩志：VR方式によるダム洪水調節の適用性に関する検討，ダム工学，20(2)，pp.105-115，2010