

全国で5例目となる最上小国川流水型ダムの設計と管理

佐藤晋治・小野秀喜・安部吉広

1. はじめに

最上小国川は、川沿いに歴史と風情を有する赤倉温泉や瀬見温泉が位置するほか、全国的にも有名なアユ釣りの名所であり、地域の観光振興や広域交流の要になっている。一方、沿川一帯は、昭和49年の豪雨をはじめ、洪水により幾度も深刻な浸水被害に見舞われてきた。こうしたことから県では、地元の切実な要望を受けて、抜本的な治水対策を行うこととし、平成3年度からダムの予備調査を行い、全国で5例目、東北では初となる河川環境にも配慮した治水専用の流水型ダムとして令和2年度に完成したものである。

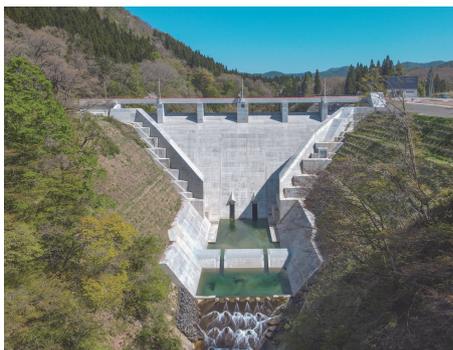


写真-1 完成後の状況(R3.5)

2. 最上小国川流域の概要

最上小国川の沿川一帯は、昭和49年の豪雨をはじめ、過去の洪水により幾度も被害が発生している。特に、上流に位置する最上町赤倉地区（ダムの下流約2km地点）は、温泉旅館が川沿いに立ち並び、温泉源泉があることから河道拡幅や河床掘削が制限され、大規模な河川改修を行うことが困難であったため、深刻な浸水被害に見舞われてきた。



写真-2 平成10年9月洪水

3. 最上小国川流水型ダムの概要

流量配分、ダム諸元、貯水池諸元及び流水型ダムの特徴は、次のとおりである。

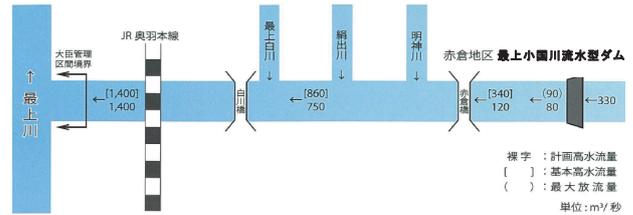


図-1 最上小国川流量配分図

表-1 ダム諸元表

位 置	山形県最上郡最上町大字富澤
河 川 名	一級河川最上川水系 最上小国川
形 式	重力式コンクリートダム
目 的 的	洪水調節
堤 高	41.0m
堤 頂 長	143.0m
堤 体 積	40,660m³
堤 頂 標 高	EL. 313.0m
堤 体 法 勾 配	上流鉛直, 下流1:0.80
堤 頂 幅	4.0m
常用洪水吐	W1.7m×H1.6m 2門 (オリフィス・自然調節)
非常用洪水吐	W12.0m×H2.5m×4門+ W13.0m×H2.5m×2門 (クレスト・自由越流)

表-2 貯水池諸元表

集水面積	37.4km²
湛水面積	0.28km²(サーチャージ水位)
総貯水容量	2,300,000m³
有効貯水容量	2,100,000m³
堆砂容量	200,000m³
設計洪水位	EL. 311.5m
サーチャージ水位	EL. 309.0m
常時満水位	EL. 276.0m

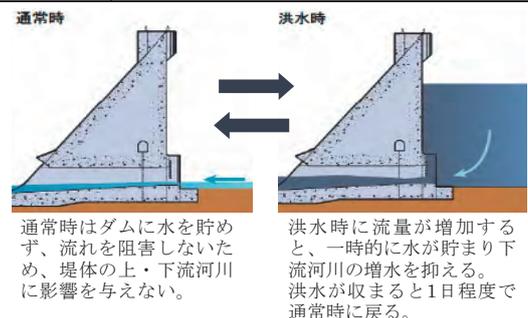


図-2 ダムの特徴

4. 最上小国川流水型ダムの放流設備

(1) 常用洪水吐き

敷高は、流水型ダムとして常時貯水しないことから、現河床標高付近のEL.276.0mとした。対象流量は、河川整備計画に基づいて、最大放流量を $Q=90\text{m}^3/\text{s}$ とした。常用洪水吐きは河床付近に設置されることから、万が一の流木等による閉塞や、メンテナンス性を考慮して、2門設けることとした。当ダムサイトはV字谷であることから、洪水吐き配置は限定される。常用洪水吐きの水平配置は、堤体ジョイントと洪水吐きの必要離れ3.0mを確保し、かつ洪水吐きの水理的安定を勘案し、2門はできる限り離すような配置とした。型式は、上流の水深、施工性等を考慮すると一面ベルマウスが有利であるが、流水型ダムであり流木等による閉塞を防ぐことや上下流の連続性を強調するため、出来るだけ大きな断面とすることが好ましいことから、ナイフエッジとした。

表-3 常用洪水吐き諸元

型式	自然調節方式
ゲート型式	ナイフエッジ
断面形状	B1.7m×H1.6m×2門
下流断面形状	B1.7m×H4.7m
設計対象流量	90m ³ /s

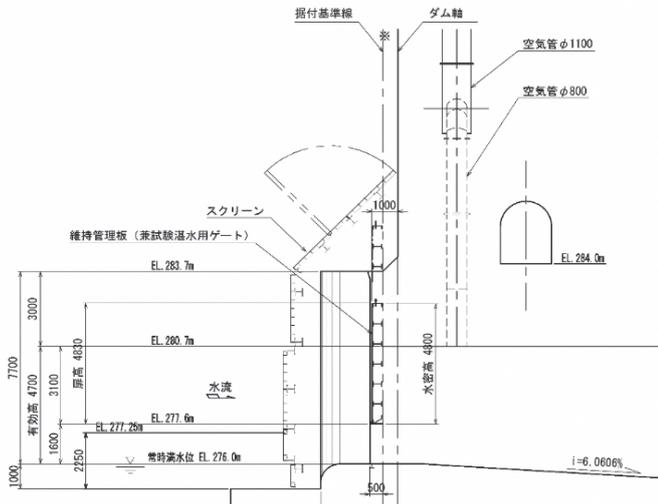


図-2 常用洪水吐き呑口図

(2) 減勢工

減勢工の規模は、ダム設計洪水流量を安全に流下でき、ダムの堰上げによって増大した流量のエネルギーを減勢できる規模とした。減勢対象流量は、「堤趾導流型」は導流部に減勢効果が期待されるため、設計洪水水位時の放流量のうち、減勢池への直接流入分の1/1.45の流量とした。当ダムサイトの地形は、兩岸と

も急峻で、河道はほぼ直線形状となっていることから、コスト削減を図るため、減勢工の側壁形状は、一般的な鉛直形状から、もたれ形状へ変更した。副ダムの下流に帯工を設け、減勢工水位を堰き上げて常用洪水吐き放流管内の流速の緩和を図った。洪水調節専用（流水型）ダムでは常用洪水吐き（土砂吐き兼用）および減勢工には土砂が流下する構造となっている。土砂による摩耗により流水が接する面が変形することで、当初計画とは異なった水理現象を示すことも考えられるため、摩耗対策を実施することとした。摩耗対策はライニングとし、ステンレス鋼、高強度コンクリート、超高強度繊維補強コンクリートパネル(UFCパネル)を使用した。

表-4 減勢工諸元

形状	水平跳水式
減勢対象流量	127.2m ³ /s
側壁設計対象流量	700m ³ /s (ダム設計洪水流量)
減勢工幅	15m
減勢工長	46m
減勢長	25m
副ダム高	5m
副ダムスリット幅	1m

(3) スクリーン

常用洪水吐き前面には流木止めとしてのスクリーンを配置した。スクリーン形状は、上面には45°の傾斜をつけ流木がスクリーン上に残留しないようにし、また、スクリーン面積は設計洪水水位における放流量をスクリーン面積で除した流速が2.0m/s以下となるような規模とした。

(4) 維持放流設備

維持放流設備は、流木撤去等の維持管理作業時に上流仮締切堤で河川を閉め切り、流れを転流工トンネルに迂回させて下流に流すことにより、常用洪水吐き上流面をドライな状態にし、これにより、維持管理作業時の濁水の発生を抑制するものである。仮排水トンネルの閉塞工内にφ1000のダクトイル管を埋設した。平常時は呑口部に制水蓋を設置することにより流水を遮断している。



写真-3 上流呑口部(左)/下流吐口部 (右)

5. 管理開始以降の洪水発生状況

令和2年と令和3年においては、洪水量（60m³/s）に達する出水は発生しなかったが、令和4年6月27日に洪水量を超える大雨に見舞われた。建設時に洪水量を超える出水は1度あったが、管理開始から3年目にして初となる洪水調節となった。

洪水調節としては、6月27日14時頃から降り続いた雨が、27日20時までにはダム観測地点における累加雨量が161mmに達し、最大76m³/s（27日16:40）の流入量を記録した。最上小国川流水型ダムでは約9万m³の水を貯め込み、下流河川の水位の低減を図ることができた。この洪水調節を行ったことで、ダム下流の最上町赤倉地点で約19cmの水位を低減させる効果があったものと推測している。

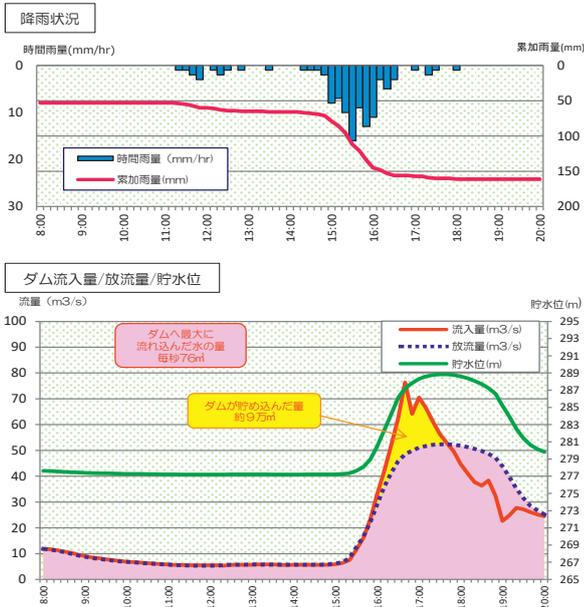


図-4 6月27日の洪水調節状況



写真-4 監視カメラ堤体上流



写真-5 赤倉地点の出水状況

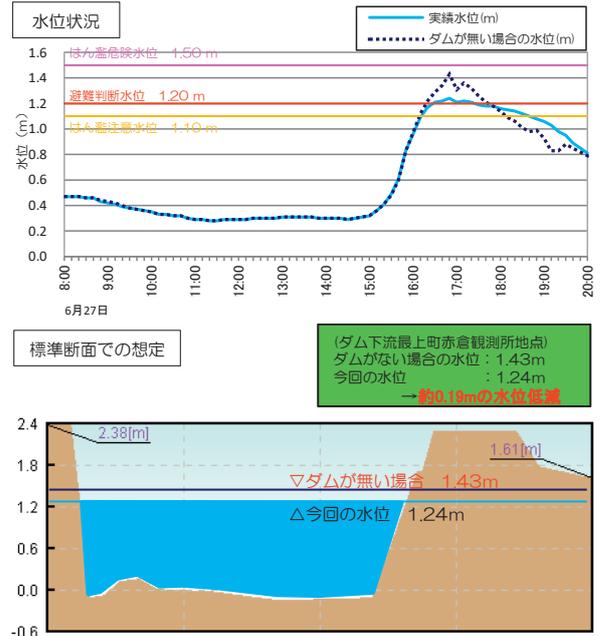


図-5 赤倉地点の水位状況

6. 流木発生状況

令和2年の管理開始以来、ダム上流スクリーンに堆積した流木除去については、職員による人力で実施し、除去した流木の運搬・処分については、業者へ依頼している。令和3年度までは、洪水が発生していなかったことから、人力で実施していたが、令和4年6月27日の洪水により、スクリーンには多くの流木が堆積し、人力での処理が困難となったことから、重機を投入し除去作業を実施した。作業方法としては、地元の小国川漁業協同組合とも調整を行い、下流への影響及び水の濁りに配慮し、作業時間については午後5時から午後7時とし、下流への流出防止として、ネットを設置しまして、作業にあたった。重機での実施は初めてのことであり、天候や時間制限もあったことから、1週間程度の作業と予測していたが、実質4日でスクリーンの流木除去作業は完了した。8月にも洪水量に至らない出水があり、除去作業を実施したが、作業手順も概ね把握出来たことから、2日程度で除去作業が完了している。除去した流木については、管理所協の広場に運搬し、乾燥させてから処分する予定である。



写真-6 流木発生状況



写真-7 流木撤去作業状況



写真-8 流木撤去完了後状況



写真-9 流出防止ネットの設置状況

表-5 令和4年度の流木作業一覧

1回目	R4.7.6~R4.7.11 (4日間)
2回目	R4.8.8~R4.8.9 (2日間)
3回目	R4.8.22~R4.8.23 (2日間)

※土日含まず。

7. 環境影響調査について

ダム建設当時から実施している環境影響調査については、管理開始してからも、調査項目を絞って実施している。調査内容については、最上小国川流域環境保

全協議会にて審議を頂き決定している。なお、協議会は、その年の調査結果を踏まえて3月に実施した後、調査結果を公表している。

なお、最上小国川では、平成2年度から実施されている河川水辺の国勢調査「魚介類調査」が行われており、令和4年度は、5年に1度の調査年となっている。

(1) 調査項目

◆令和3年度 環境調査実施状況 (令和3年4月~令和4年3月)

調査目的:ダム供用後の河川影響把握を目的に、濁度計測及びダム下流河川生態系(魚類、底生動物、付着藻類、河床状況)のモニタリングを行った。

調査項目	R3年度												備考
	2021						2022						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
濁度計測	← 通年経測 →												濁度計による常時経測
魚介類調査													採捕調査
底生動物調査													定置調査
付着藻類調査													定置調査
河床状況調査 (アユの産場環境調査)													面積子法
協議会開催													

・その他、水質調査も下記の内容で実施している。

7項目(濁度、SS、pH、BOD、COD、DO、大腸菌群数)

(2) 調査結果等

調査結果については、環境保全協議会において委員の方々より審議を頂き、山形県のホームページで公開している。なお、過去の調査結果についても、閲覧が可能となっている。

8. おわりに

最上小国川流水型ダムは、全国で5例目、東北では初となる流水型ダムとして建設された。

施工及び管理事例が少ないことから、貯水ダムの管理を参考にして試行錯誤を重ねながら維持管理に努めているところである。近年は、地球温暖化の影響による異常気象により、全国各地で水害が頻発化・激甚化しており、当ダムにおける管理の実態や課題解決が、流水型ダムにおける管理技術の発展及び参考となれば幸いである。

佐藤晋治



山形県最上総合支庁建設部河川砂防課 課長補佐
SATO Shinji

小野秀喜



山形県最上総合支庁建設部河川砂防課 ダム管理主査
ONO Hideki

安部吉広



山形県県土整備部河川課ダム整備管理主査
ABE Yoshihiro