

平成30年7月豪雨で被災した 水力発電所の復旧について

肱川ダム統合管理事務所 鹿野川ダム管理支所 大谷 崇文
防災室 防災情報係長 山本 久夫
肱川ダム統合管理事務所 鹿野川ダム管理支所 機械係長 上田 径

鹿野川ダムは、愛媛県公営企業管理局が管理する水力発電所（肱川発電所）を有している。平成30年7月豪雨により浸水被害を受けていた発電所の復旧について、被災状況や復旧内容及び運転開始に向けた試験内容について、ダム管理者の視点で報告する。

キーワード ダム、水力発電、復旧

1. はじめに（概要）

鹿野川ダムは、昭和34年3月に完成し、昭和35年2月に国から愛媛県に管理が移管されたが、平成16年の「肱川水系河川整備計画」策定を受けて、平成18年4月に愛媛県から国に管理を移管したダムであり、愛媛県西南部を流れる県内最大の一級河川である肱川の中流域に位置する。（図-1）

また、ダム直下左岸側には、肱川発電所が併設されている。（図-2、3）

肱川発電所は愛媛県公営企業管理局が管理する施設で、昭和33年の運用開始から長期間が経過しており、老朽化が進んでいた。また、鹿野川ダム改造事業により発電容量を河川環境容量に振り替えたことにより、平成28年から利水従属発電に移行し発電量が減少（年平均で約17%）したことから、発電施設の最適化のため更新計画を検討していた。

その後、平成30年7月豪雨により被災し、設備が停止状態となったため、更新計画の一部見直しを行ったうえで、施設の復旧と合わせて設備の更新工事を進め、令和5年6月15日、総事業費約39億円を投じた更新事業が完成し、約5年ぶりに発電機の運転を

再開した。なお、この更新事業の実施者は愛媛県公営企業管理局である。



図-2 鹿野川ダムと肱川発電所（令和元年度撮影）



図-1 鹿野川ダム位置図



図-3 鹿野川ダムと肱川発電所（令和5年5月撮影）

2. 被災状況及び復旧について

平成30年7月豪雨により、鹿野川ダム上流域では計画規模の降雨量360mm/2日を超える380mm/2日の降雨があったため、鹿野川ダムでは緊急放流（異常洪水時防災操作）を行い、その時の最大流入量は $3,800\text{m}^3/\text{s}$ 、放流量は $3,742\text{m}^3/\text{s}$ と既往最大となり、その結果、ダム直下水位が発電所の敷地高を約1.2m超え被災した。（図-4、5、6）

発電所建屋内部の被災状況は、濁流の流入による建屋内設備の水没であった。（図-7）また、建屋の外においては、進入路の転落防止フェンス損壊、資機材搬入用大型シャッター損壊がみられた。

（図-8）

復旧にあたっては、進入路の復旧の後に発電設備の解体・撤去を行い（令和2年3月完了）、その後、発電所建屋の建替、設備更新（水車、発電機、入口弁、放水路ゲート設備、屋外変電所、配電盤等）を行った。（令和5年2月完了）

3. 肱川発電所の更新内容について

肱川発電所の更新前後の水力発電設備諸元について



図-4 平成30年7月豪雨 放流状況



図-5 平成30年7月豪雨 放流状況

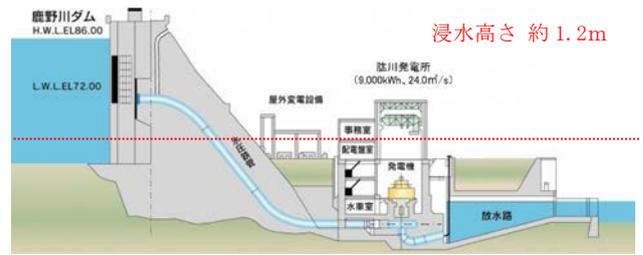


図-6 肱川発電所 浸水高さ図



図-7 肱川発電所 被災状況（建屋内発電設備）



図-8 肱川発電所 被災状況（建屋外）

ては、表-1のとおりである。

最大使用水量は $28\text{m}^3/\text{s}$ から $24\text{m}^3/\text{s}$ と小さくなっているが、最小使用水量を $6\text{m}^3/\text{s}$ から $3.2\text{m}^3/\text{s}$ に対応したことで、これまで発電所を経由しない利水放流管でしか放流できなかった冬期（12月15日～3月15日）の維持放流量 $3.2\text{m}^3/\text{s}$ を発電所経由でも放流することが可能となったことなどから、年間発生電力は約2,764万kWhから約3,047万kWhに増加する見込みとなっている。また、被災時の浸水高さ約1.2mの2倍程度の浸水にも耐えるように、建屋には1階部分に窓を設けず、防水板や防水扉を設置するなどの耐水対策が施された。

鹿野川ダム管理者としては、発電性能の変化及び、

最大使用水量の変更に伴い、ダム管理用制御処理設備（以下、ダムコン）の水力発電に関する放流量算出テーブルの修正を行った。

	更新前	更新後
最大使用水量	28m ³ /s	24m ³ /s
最小使用水量	6m ³ /s	3.2m ³ /s
最大出力	10,400kWh	9,000kWh
年間発生電力	2,764万kWh	3,047万kWh
水車	カプラン水車	カプラン水車
発電機	三相交流同期発電機	三相交流同期発電機
運転方法	ダム放流従属運転	ダム放流従属運転

表-1 肱川発電所 水力発電設備諸元

4. 有水試験時の下流の安全確保対策について

有水試験とは、電気事業法第39条に基づき技術基準への適合の確認を行うのための実放流を伴う試験である。

有水試験は令和5年3月13日～22日と令和5年5月10日～24日の期間で実施した。有水試験中は、降雨の無い状況において、放流量を増減させる必要があるため、下流の河川利用者の安全確保に課題があった。

よって、鹿野川ダム管理者と愛媛県公営企業管理局松山発電工水管理事務所（以下、発電工水）の両者で、有水試験時の下流の河川利用者の安全確保のための方策について協議を行い、下記(1)～(3)を実施したことで、下流河川利用者の理解を得たうえで安全に有水試験を完了させることができた。

(1)事前周知

下記の関係機関（大洲市、下流域学校、漁業協同組合等）及び下流域地域への事前説明及び協力要請を行った。

- ①大洲市危機管理課（町内放送の協力）
- ②大洲市肱川支所
- ③大洲市教育委員会
- ④肱川漁業協同組合肱川支部
- ⑤大洲市観光協会
- ⑥独立行政法人国立青少年教育振興機構
国立大洲青少年交流の家（カヌー利用）
- ⑦肱川小学校
- ⑧肱川中学校
- ⑨大洲高等学校肱川分校

(2)影響区間への警報及び河川巡視

鹿野川ダムでは、洪水調節用のゲート設備からの放流を伴わない、いわゆる「低水放流」の範囲内（38m³/s以下）であっても、4m³/s以上の放流量の増加を行う場合は、水位変動の影響が比較的大きいと考え

られる鳥首警報局（ダムから約7km下流）までは、サイレン吹鳴及びスピーカーによる放送による警報を普段から行っている。

有水試験期間中は、毎日試験開始前にダムより上述の警報を行うとともに、目視による河川巡視を行った。

(3)放流の原則（増加放流量の制限）の遵守

鹿野川ダム操作規則細則において、下流に急激な水位の変動を生じさせない基準として、放流の原則（増加放流量の制限）を定めている。（表-2）

有水試験中においても、放流量を増加させる際には、この放流の原則を遵守することを前提に試験計画を立てることで、下流の水位変動を最小限に抑えた。有水試験の試験種類によっては、発電放流量を急増させる必要がある試験もあったため、事前に発電工水とダム管理者側で詳細の調整を行い、試験計画の見直しを行うなど対策を講じた。（詳細は5.で後述）

ゲート操作前の放流量 (Q) (m ³ /s)	ゲート操作の最小時間間隔 (分)	1回の操作による最大増加放流量 (m ³ /s)
0 ≤ Q < 16	10	2
16 ≤ Q < 28	10	3
28 ≤ Q < 38	10	4
38 ≤ Q < 300	5	25
300 ≤ Q < 600	10	50

表-2 鹿野川ダム 放流の原則（増加放流量の制限）

5. 有水試験の各試験におけるダム側の対応

有水試験の試験種類は以下のとおりである。

- ・故障停止試験
- ・ガイドベーン対ランナベーン適正開度試験
- ・負荷遮断試験
- ・AVR動作特定試験
- ・出力開度試験
- ・ガイドベーン及びランナベーン開閉力測定
- ・負荷試験
- ・効率試験
- ・ALR試験
- ・ダムコン試験

各試験においてはその実施のためにダム管理者側で下記(1)、(2)の対応を行った。

(1)必要水量・水位の確保

試験実施にあたり、鹿野川ダム管理者が特に留意した点のひとつとして、有水試験に必要な貯水位の

確保が挙げられる。

有水試験の実施項目の内、「ガイドベーン対ランナベーン適正開度試験」及び「水車出力効率試験」の2種類の試験は、実施条件として最大有効落差(45.3m)の9割以上の確保が必要であるため、その落差を確保するため、当該試験開始前時点で貯水位EL82.0m以上が必要であった。なお、上述の2種類の試験以外でも水量を使用するためその量を考慮したうえで貯水位管理を行う必要があった。

令和5年4、5月は非洪水期にも関わらず、まとまった降雨による出水が多くあり、治水容量(空き容量)確保のために、予備放流水位であるEL76.3m付近まで水位低下を行う必要性が発生した状況もあったが、出水後の放流量調整により貯水位回復を行うことで、無事試験に必要な水量・水位を確保できた。

(2)試験計画の見直し

「ガイドベーン開閉力測定」等の一部試験では、発電放流量を $2\text{m}^3/\text{s}$ から $24\text{m}^3/\text{s}$ まで急激に増加させる必要があるため、急激な放流量の増加により、4.で先述した放流の原則(増加放流量の制限)を超えてしまう懸念があった。(図-9)

その対応策として、試験計画を見直し、最大流量 $24\text{m}^3/\text{s}$ を放流している状態から発電放流量を最小流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ (通常運用はできないが一時的には放流可能な最小流量)まで絞り、再度、最大流量 $24\text{m}^3/\text{s}$ まで上げる試験計画(対策後)を採用した。(図-10)

図-10に示すような短時間の断水であれば、下流への伝播は緩やかなものになるため水位変動は小さく、段波が発生した場合であっても影響はダム下流直下300m以内であると推定され、下流河川への影響は少ないことを確認した。

5. ダムコンとの連携確認後の運転再開

鹿野川ダム改造事業により発電容量を河川環境容量に振り替えたことにより、平成28年から利水従属発電になりダムコンから発電機を制御するよう運用が変更されていた。

今回の有水試験においては、発電所側での機側操作が主であったが、試験の最終段階では、ダムコンとの連携試験を実施し、鹿野川ダム操作室よりダム職員がダムコンにより発電機の制御を行い、様々な条件で正常な制御ができていないか確認を行った。

ダムコン連携試験を含めすべての有水試験は、全項目において基準を満たす結果となった。有水試験完了後、令和5年6月15日の肱川発電所運転開始式をもって正式に運用が再開された。(図-11)

6. 終わりに

鹿野川ダムでは、ダムの容量をうまく活用しながら再生エネルギーである水力発電をより効率的に実

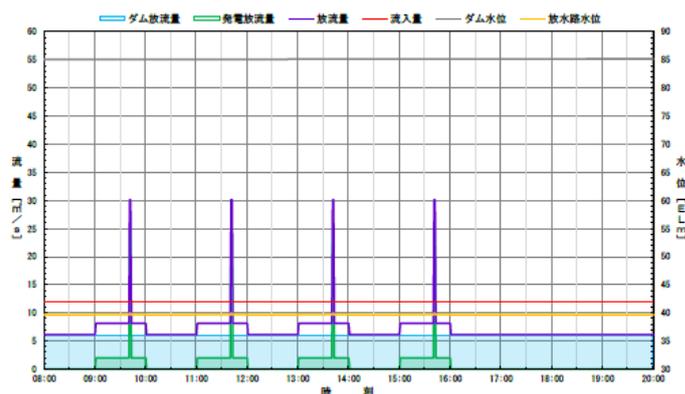


図-9 ガイドベーン開閉力測定 試験計画 (対策前)

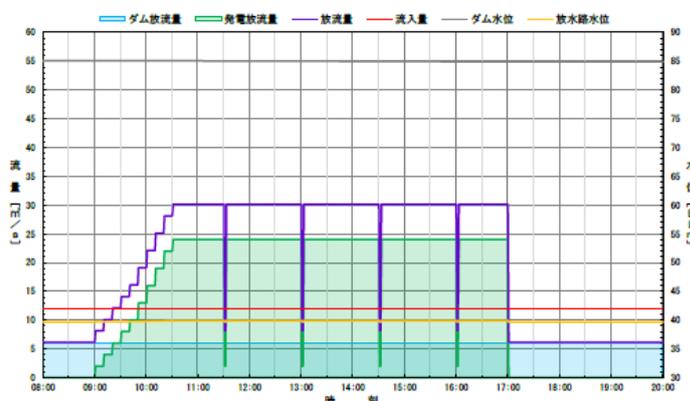


図-10 ガイドベーン開閉力測定 試験計画 (対策後)



図-11 肱川発電所運転再開後のダム全景 (令和5年6月撮影)

施することで、今後も治水利水の両面でダムの効果を最大限発揮できるよう運用し、利水者及び流域住民の利益に寄与したい。