

Key Issues: 水質
流況
気候区分: 温帯湿潤気候 (Cf)
主題: ダム・発電取水における濁水・冷水
緩和対策と河川維持流量の放流実施
効果: 河川環境の改善

プロジェクト名: 高暮ダム
国: 日本、広島県 (アジア)

プロジェクト実施機関: 中国電力株式会社
プロジェクト実施期間: 1945(運用開始)～
GP実施機関: 中国電力株式会社
GP実施期間: 簡易式表面取水設備 1998 (竣工)～
河川維持流量放流設備 2000 (竣工)～

キーワード: 河川維持流量, 簡易式表面取水設備, 冷水・濁水対策



要旨:

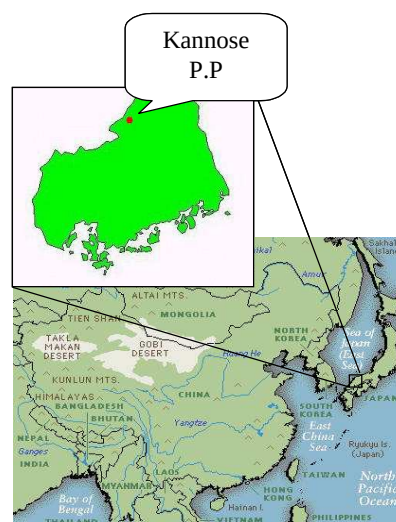
人々の自然環境に対する関心が高まるにつれ、水力発電所においても特に河川環境が重要視されてきている。このような社会的背景を基に、神野瀬発電所高暮ダムでは汚濁防止膜を用いた簡易式表面取水設備を設置して濁水・冷水問題の解消を図った。また、河川維持流量を放流するために、堤体穿孔を行い河川維持流量放流設備を設置した。

1. プロジェクトの概要

神野瀬発電所は、江の川水系神野瀬川に設置された高暮ダム（中国電力で第3位の貯水容量を有するコンクリート重力式ダム）を貯水池とするダム水路式発電所で、1945年に運転開始した発電所である。表－1に神野瀬発電所諸元を、図－1に位置図を示す。

表－1 神野瀬発電所 諸元

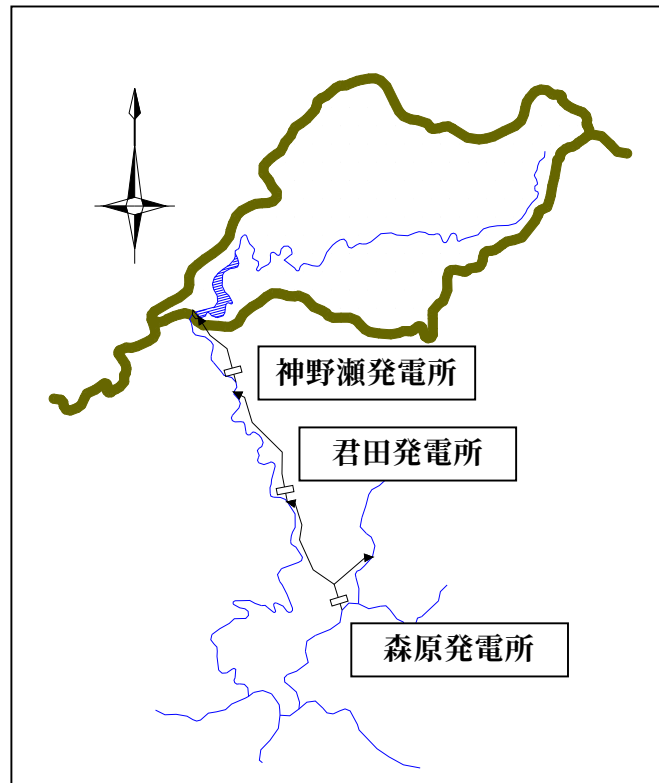
発電所	最大出力	20,000 kW
	最大使用水量	20 m ³ /s
	有効落差	121.08 m
ダム	名称	高暮ダム
	形式	コンクリート重力式
	高さ	69.40 m
	堤頂長	195.70 m
貯水池	流域面積	156.7km ²
	総貯水容量	39,658,000 m ³
	有効貯水容量	35,858,000 m ³
	利用水深	33.20 m
導水路	延長	3,475 m
	断面	Φ 3.3m



図－1 神野瀬発電所位置図

本水系は、最上流部に位置する本発電所を始めとして、君田発電所、森原発電所の3発電所を有しており、効率的なシリーズ開発が実施されている。上流発電所の発電放流水は、下流発電所の導水路へと直接連絡されており、結果として減水区間の総延長 36km となっている。（図－2 参照）

本発電所では、周辺の山林伐採等に起因する濁流に伴う貯水池の濁水長期化、深層取水方式に起因する冷水放流といった課題があり、対応策として表層水取水設備を 1998 年に、維持流量放流設備を 2000 年に設置した。



図－2 神野瀬川水系発電所

2. プロジェクト地域の特徴

高暮ダムは、中国山地を源流とする江の川水系神野瀬川の上流域に位置し、ダム湖両岸には標高 700m 級の山並みを擁している。貯水池周辺の山腹斜面は、 40° ～ 50° の急傾斜をなすが、所々の平坦部には、火山灰層の堆積面が見られる。流域の山頂には、ブナ・イヌブナ等の自然林が一部に残っているが、その他の大部分は、スギ・ヒノキ等の針葉樹が植林され、広大な森林地帯を形成している。流域の気候の特徴は、年間平均降水量が約 2,000mm で、冬期には積雪も多く、最低気温は -10°C まで達する寒冷な地域である。

ダム周辺は、優れた自然の風景や貴重な自然が多く残されており、1998 年に県立自然公園に指定された。特に、ダム下流は、神之瀬川の侵食によって形成された深さ約 300m の険しい V 字型溪谷となっており、巨石・奇岩・絶壁などの現出、鉱泉湧出など特異な自然現象が見られる。また、周辺が豊かな自然に恵まれており、四季を通じ、キャンプや釣り・ハイキング等を身近に楽しむことが出来る。

3. 主要な影響

（1）濁水・冷水問題

高暮ダムには、出水の都度、周辺の山林伐採等に起因し発生する濁流により、土砂が貯水池に流入してきており、また、その流入土砂は、微粒子の火山灰土であるため沈降が遅く、貯水池の濁水長期化の原因となっていた。また、発電取水は、深層取水方式であり、湖底部の低温の流水を発電所放水口より下流河川へ放流していた。

（2）河川維持流量

当発電所は 1945 年に運転開始しており、当初ダム直下への河川維持流量放流は実施されていなかったが、水利権初更新を期に河川維持流量の放流を実施することとなった。

4. 影響緩和策

(1) 濁水・冷水問題

濁水・冷水問題対策の基礎資料を得るため、1990年より貯水池上流河川・貯水池内・発電所放水口下流の各地点で濁度・水温の測定を毎日実施している。

このうち、貯水池の特徴を測定データに基づき整理・解析すると、貯水池交換率(表-2参照)からは、安定した成層型の貯水池であると言える。また、出水後の濁度推移図(図-3参照)からは、表層では、早期に濁度が減少するが、中層・低層(取水口)では表層に比べ長期間濁水が滞留する成層型の貯水池特性を有していることが分かる。なお、清澄化に要する日数(濁度が10ppm程度まで下がる日数)は、出水規模により異なるが、表層で3日、低層(取水口)では15日程度で、差があることが分かった。

表-2 貯水池交換率

年間交換率(α) ※1	1993年	9.1	※1 年間交換率(α) = $\frac{\text{貯水池年間総流入量}}{\text{貯水池総容量}}$ $\alpha < 10$: 安定した成層型 $\alpha > 20$: 混合型
	1994年	4.0	
	1995年	6.4	
出水交換率(β) ※2	$\beta < 0.5$	0回	1993年~1995年の出水回数:4回 ※2 出水交換率(β) = $\frac{1\text{洪水総流入量}}{\text{貯水池総容量}}$ $\beta < 0.5$: 水温分布が変化しない $0.5 \leq \beta < 1$: 水温分布が少し変化する $\beta \geq 1$: 水温分布が変化する
	$0.5 \leq \beta < 1$	4回	
	$\beta \geq 1$	0回	

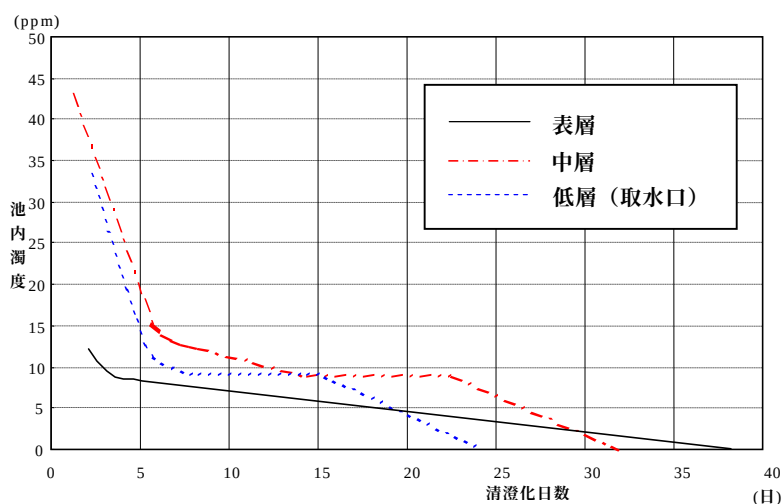


図-3 出水後の濁度推移図

貯水池内の水質(BOD, COD, T-N, T-P等)については、1978年より3年に1回程度調査しているが、環境基準で指定されている「河川A類型」の基準と比較すると大腸菌群数を除き、いずれも基準値を満足しており、経年変化についても、概ね横這い状態となっている。また、貯水池内の富栄養化についても、中栄養段階の状態では推移しており、進行は見られない。

以上の調査を踏まえ、濁水・冷水対策として表面取水設備を設置する事が有効であると判断したが、取水口に可動式選択取水設備を設置するには、十数~数十億円程度の工事費と大規模な溢水電力量の発生が必要と試算された。このため、十分な機能を確保した上で低廉な費用で実施可能な対策の検討を行った。

(2) 河川維持流量

維持流量決定にあたっては、あらかじめ神野瀬発電所減水区分間 7 kmについて、河川環境調査を実施し、河川法施行令第 10 条に規定されている 10 項目（漁業・景観・動植物の保護・流水清潔の保持等）の現況を調査・解析し、必要な放流量について検討を行った。（表－4 参照）

表－4 評価項目一覧（主要項目）

評価項目	現況	必要放流量の考え方
漁業	①漁業権未設定区分 ②生息魚類 文献・聞き取り・現地捕獲による調査を実施 アユ、ウグイ、ヤマメ、ゴギイシドジョウ、オヤニラミ等	・瀬の水深確保（対称魚アユ） ・水質 A 類型河川の水質（ヤマメ・イワナ等の溪流魚が生息できる環境）
景観	大部分が県立自然公園に指定 キャンプ場あり	視覚的に満足を与える程度の流量 （流量がある程度増えても水面幅がさほど増加しなくなる時の流量）
動植物の保護	・漁族 上記漁業欄の種類を確認 ・植物 貴重種指定の水生生物なし	・漁族 上記漁業欄の考え方 ・植物 対象外
流水清潔の保持 （環境基準値 BOD）	神野瀬峡 下流点 0.4ppm	A 類型河川の水質（BOD 2ppm）以下を平水時に維持する

上記検討結果を基に河川管理者等との協議・調整を行い、0.47m³/s の放流量を決定した。また、河川管理者・地元関係者立会いのもと、試験放流を実施して水深・水面幅等の検証・評価を行った。



放流前

試験放流時状況写真

放流後

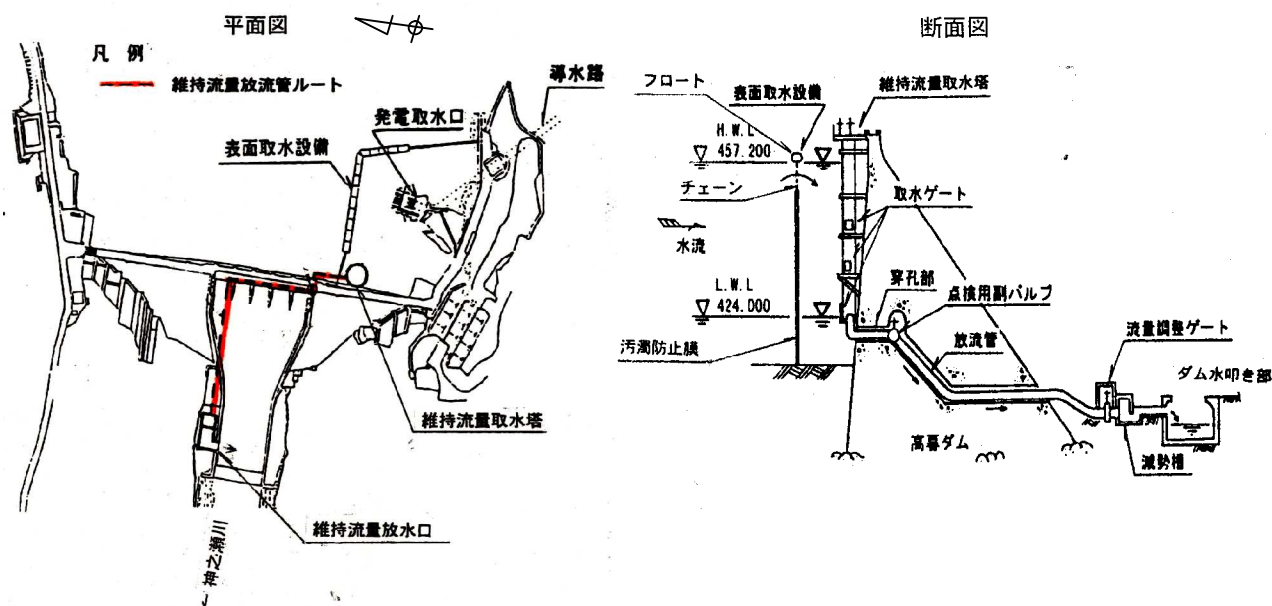
試験放流の結果、放流前に比べ、遠景から見ても水面幅が広がり、水量感が増して、河川景観の改善効果が確認できた。

また、地元関係者からも当社の放流量案に対して好感触の意見を頂いた。

なお、維持流量放流設備は堤体穿孔を行い、前述の表面取水設備内に設置した。本設備の諸元を表－５に、概要図を図－６に示す。

表－５ 維持流量放流設備 諸元

取水塔	多孔式鋼製取水塔 [管径：800mm, 塔高さ：38m]
取水ゲート	鋼製スライドゲート [寸法：640mm×630mm 門数：3]
放流管	溶接鋼管（フランジ継手） [寸法：400mm 延長：147m]
放流調整ゲート	鋼製高圧スライドゲート [寸法：400mm×400mm 門数：1]
減勢槽	衝撃型減勢槽 [幅 2.0m×長さ 4.0m]

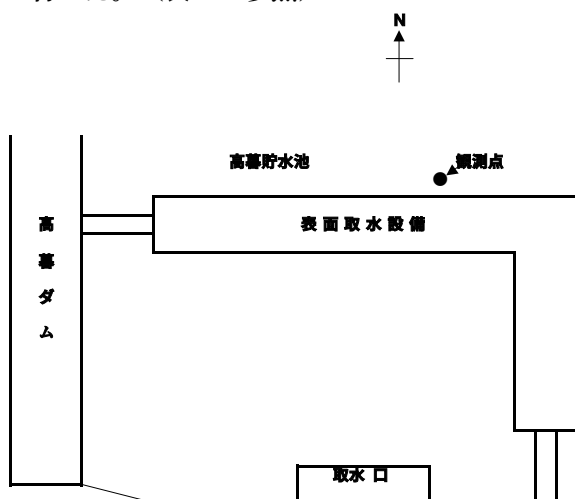


図－６ 設備概要図

5. 影響緩和策の効果

高暮ダム表面取水設備の効果および濁水流下の実態を把握するため、出水後に濁度・水温等の調査を行った。（表－６参照）

表－６ 濁度・水温等 調査結果（1998.10）



	観測点	水温 (°C)	濁度 (ppm)	流速 (cm/s)	流向 (°)
貯水池内（表面取水設備の外側）	開口部				
	表層	17.0	2.4	0.7	9
	水深 2m	16.7	2.5	3.9	234
	水深 4m	16.3	12.2	5.5	188
	汚濁防止膜				
	水深 6m	16.1	35.6	1.3	112
	水深 8m	16.0	51.8	1.2	204
	水深 10m	15.9	48.0	3.1	174
	水深 12m	15.9	47.5	1.3	218
	水深 14m	15.8	38.4	1.8	279
	水深 16m	5.8	54.5	3.2	196
神野瀬(発)放水口		16.4	25.4	—	—

*流向は、北を0°とし、時計回りに示したもの（取水口方向は約180°）

その結果、開口部のある水深 2m, 4mの流速が他の水深に比べ速く、流向も取水口への向きが確認できた。

また、高暮貯水池内と神野瀬発電所放水口の水温・濁度を比較した場合、貯水池内の水深 4～6m 付近の値が放水口と同程度であり、清澄化した表層水を取水することを目的に設置した本設備の機能が十分発揮され、放水口の濁水・冷水の改善に役立っていることが確認された。

また、河川維持流量の放流により、動植物の生息環境・河川景観の改善が図られており、地元行政においても、神野瀬川流域一帯を観光・親水場として位置づけ、施設の整備が進められている。

特に、ここ数年は、夏場にイベント（魚の掴み取り、いかだ・丸太乗り等）を企画され、キャンプ場の利用者数も年々、増加傾向にある。

6. 成功の理由

成功の理由としては、以下の事項があげられる。

(1) 河川管理者等との協議・調整 および 試験放流の実施

維持流量は、景観や動植物の保護等の調査・検討を基に、河川管理者等との協議・調整を踏まえた上で決定した。また、河川管理者・地元住民立会いのもとで現地試験放流を実施し、実現象の視覚効果を検証すると共に、地元関係者から好感触の意見を頂いた。

(2) 計画・設計段階での詳細な調査・分析・検討

①高暮ダム表面取水設備は、当社立岩ダムにおいて先行採用された汚濁防止膜を利用した方式を参考として、さらに改良を加える事でより水質改善に効果を上げることが出来た。

②河川維持流量設備は、70m 級のダムを穿孔し、設備を設置するため、事前に堤体への影響を FEM 解析（施工前・施工中・施工後の穿孔部、監査廊周辺の局所的な圧縮・引張応力の状態を把握）により検討し、構造上問題の無いことを確認した上で施工した。

③両設備とも、比較的低廉な工事費で十分な効果を発揮する構造・施工方法を採用できた。

7. 詳細情報の入手先等

●参考文献

1) 中川信矢, 佐々木豊, 吉村孝治: 「神野瀬発電所高暮ダム維持流量放流設備の設計と施工」, 電力土木, No.286, 2000.3

● Inquiries:

中国電力株式会社 土木部 総括運営担当

4-33, Komachi, Naka-ku, Hiroshima, 730-8701, JAPAN

TEL: +81-82-523-6360

FAX: +81-82-523-6369

URL: <http://www.energia.co.jp/>