

IEA 水力実施協定 ANNEX 11 水力発電設備の更新と増強
第二次事例収集（詳細情報）

事例のカテゴリーとキーポイント

Main : 1-f) 環境保全及び改善

Sub : 2-c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

プロジェクト名	: 旭ダム貯水池バイパス排砂設備プロジェクト
国、地域	: 日本、奈良県
プロジェクトの実施機関	: 関西電力株式会社
プロジェクトの実施期間	: 1994年～1998年
更新と増強の誘因	: (B) 環境劣化
キーワード	: 堆砂、長期濁水、バイパストンネル

要旨

当該地点については出水時に貯水池へ流入する濁水問題に対し、選択取水設備の運用、ダム直下流への濾過堰の設置、貯水池周辺の地山崩壊防護工事等種々の対策を実施してきたが、流域上流における伐採等の影響が顕在化してきた。加えて、当初計画以上の堆砂の進行も懸念されたため抜本的な対策として、2,350mのバイパストンネルを通じて旭ダム下流へ濁水を放流するバイパス排砂設備を建設し、1998年より運用を開始した。運用は、出水時のみバイパスさせる方式とし、濁水の長期化防止、貯水池内の堆砂抑制、ダム下流への土砂供給による河川環境回復、非出水時の貯水池富栄養化防止に役立っている。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

旭ダムは、奈良県十津川村にある純揚水式の奥吉野発電所（最大出力 1,206MW、本格着工 1975年4月、全号運転開始 1980年4月）の下部ダムであり、国立および国定公園に位置している。発電所ならびにダム等の位置図、諸元は図1、表1のとおりである。

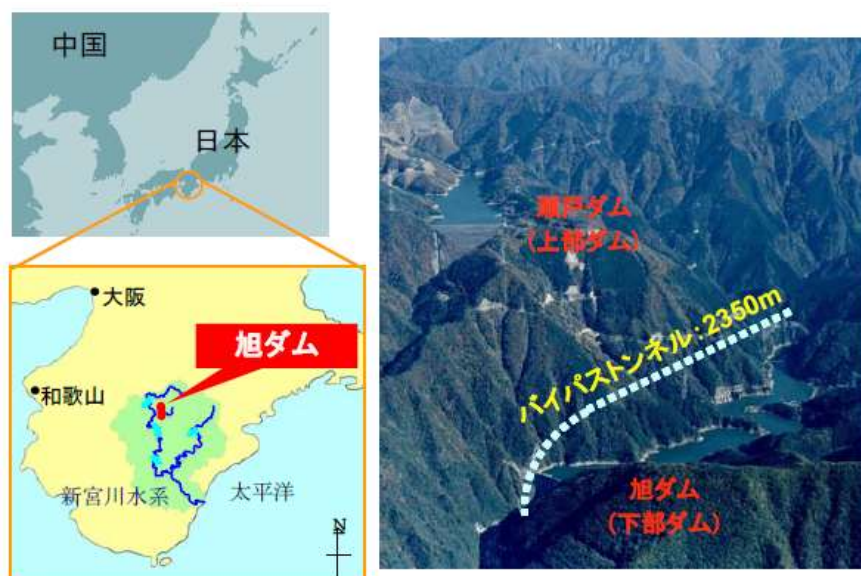


図1 旭ダム位置図

表 1 奥吉野発電所諸元

項 目		諸 元	
発電所	発電所名	奥吉野発電所	
	最大出力	201 MW/unit× 6 units	
	最大使用水量	288.0 m ³ /s	
	有効落差	505.0 m (最大使用水量時)	
ダム	ダム名	瀬戸ダム(上部ダム)	旭ダム(下部ダム)
	河川名	新宮川水系 瀬戸谷川	新宮川水系 旭川
	流域面積	2.9 k m ²	39.2 k m ²
	タイプ	ロックフィル式	ドーム型アーチ式
	高さ	110.5m	86.1m
	堤頂長	342.8m	199.41m
	堤体積	3,740,000 m ³	147,300 m ³
貯水池	総貯水容量	14.79×10 ⁶ m ³ (建設時)	15.47×10 ⁶ m ³ (建設時)
	有効貯水容量	11.28×10 ⁶ m ³ (建設時)	12.63×10 ⁶ m ³ (建設時)
	利用水深	34m	32m

2. プロジェクト（更新/増強）の内容

2.1 誘因及び具体的なドライバー

① 状態、性能、リスクの影響度等

(B)―(a) 環境劣化・堆砂の減少

運用開始以降、当初計画していた以上の堆砂進行が確認され、何らかの堆砂対策を講じなければ発電所の取放水口機能に障害を及ぼす恐れが生じてきた。

(B)―(b) 環境劣化・河川環境の改善

当該地域は山の崩壊が増加傾向にあり、台風等による大規模出水時の山腹崩壊などにより濁水の長期化問題が顕在化してきた。特に 1990 年の台風による大規模な出水では、濁水長期化現象が約 200 日間継続し、下流河川へ大きな影響を及ぼした（図 3）。

② 価値（機能）の向上

（該当なし）

③ 市場における必要性

（該当なし）

2.2 経緯

- 1980.4 全号機運転開始
- 1991 プロジェクト本格検討開始
- 1994.4 主要土木工事契約・着工
- 1995.5 バイパストンネル掘削開始
- 1996.10 バイパストンネル掘削完了・バイパストンネルコンクリート打設開始
- 1997.1 堰本体築堤開始
- 1997.3 堰本体築堤完了
- 1997.9 バイパストンネルコンクリート打設完了
- 1997.12 主要土木工事竣工
- 1998.2 竣工（式）
- 1998.4 運用開始

2.3 内容（詳細）

1- f) 環境保全及び改善

当該地域は山の崩壊が増加傾向にあり、ダム運用開始（1978年）以来、出水時に貯水池へ流入する濁水に悩まされていた。1990年までに、選択取水設備の運用、ダム直下流への濾過堰の設置、貯水池周辺の地山崩壊防護工事等種々の対策を実施してきたが、流域上流における伐採等の影響が顕在化してきた。特に1989,1990年の台風による大規模出水時の山腹崩壊などにより濁水長期化問題が顕在化し、下流地元住民からも強く改善を求められた。特に1990年の台風による大規模な出水では、濁水長期化現象が約200日間継続し、下流河川へ大きな影響を及ぼした（図3）。加えて、当初計画以上の堆砂の進行も懸念されたため、抜本的な対策が必要となった。

このため、地元をはじめ関係諸官庁等と協議した結果、抜本的な対策としてバイパス排砂設備を設置することとなった。（環境改善に対する社会的要請）

2- c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

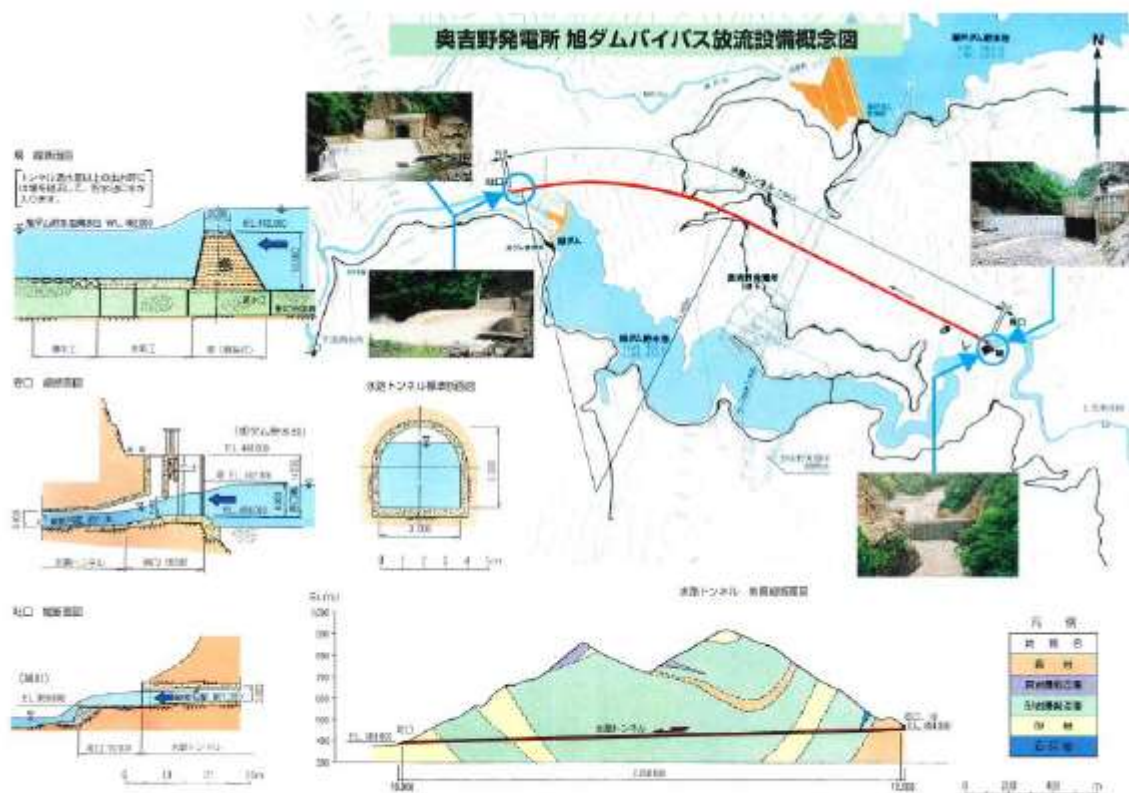
バイパス排砂設備は、主に4つの設備（堰、取水口、水路トンネル、放水口）から構成されており、貯水池上流端に設置した堤高13.5m×堤長45.0mの堰から取水し、2,350mのバイパストンネルを通じて旭ダム下流へ濁水を放流するものとし、1998年より運用を開始した（表2、図2）。バイパス排砂設備は最大140 m³/sの放流能力で設計されており、これは1年確率流量である200 m³/sで発生する濁水長期化日数^{*}を殆ど解消でき、かつ建設時点での既往最大流量相当(560 m³/s)が発生した場合においても、殆ど全ての掃流砂を流下させることができるものである。運用は、出水時のみバイパスさせる方式としており、濁水の長期化防止、貯水池内の堆砂抑制、ダム下流への土砂供給による河川環境回復、非出水時の貯水池富栄養化防止に役立っている。

なお、バイパストンネル呑口部は、貯砂堰を併設し掃流砂を取り込みやすいものとした（図4）。呑口部は、オリフィス形式とすることで流量を制限し、安定した開水路の状態を保つことで掃流効果を高めた。また本構造は、トンネル内で土砂が堆積した場合はトンネル内の通水能力が減少し、呑口前面の水位が上昇して流入土砂量が減少することにより再び土砂が堆積していない状態へ遷移する機能を有している。

※濁水長期化日数：流入水が清水に回復してから、下流の水質基準点で清水化するまでの日数

表2 バイパス排砂設備主要諸元

堰	堤高×堤頂長	13.5×45.0m
	構造	鋼製
取水口	高さ×幅	14.5m×3.8m
	長さ	18.5m
	構造	鉄筋コンクリート造、鋼製ライニング
	ゲート	1門
水路トンネル	高さ×幅	3.8m×3.8m(幌型)
	長さ	2,350m
	勾配	約 1/35
	最大通水能力	140 m ³ /s
	構造	鉄筋コンクリート巻立
放水口	幅×長さ	8.0~5.0m×15.0m
	構造	鉄筋コンクリート造



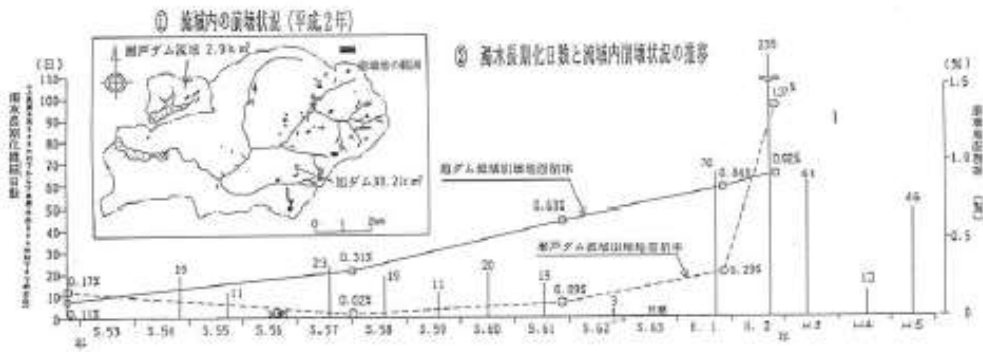


図3 濁水長期化日数と流域内崩壊状況の推移

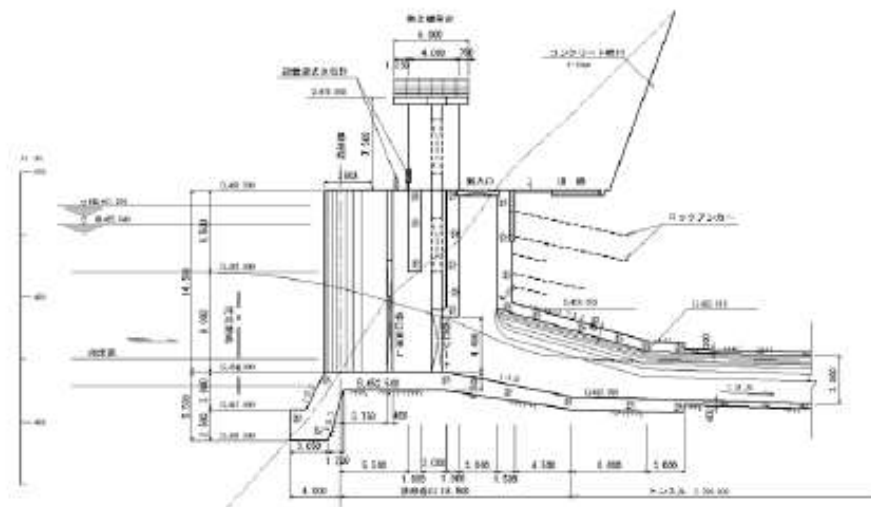


図4 バイパストネル呑口部縦断面図

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例要素

- ・抜本的な濁水長期化対策
- ・安定した開水路流れによる濁水流下処理

3.2 成功の理由

本プロジェクトの成功の要因は、抜本的な対策を実施したところにある。バイパス排砂設備が自然の営力を利用し、また自然の理にかなったシステムであり、さらにダムが自然河川に与える影響を軽減するシステムであることは容易に想像できるものの、国内での建設事例はなく、系統的な研究も行われていなかった。そのような中で、以下の諸課題に対する検討の実施が当対策による問題解決の確実性を高めている。すなわち、実際に濁水長期化や堆砂の軽減に効果があるかどうか、出水時の大量の土砂を水路トンネルで問題なく排砂できるかどうか、経済的な設備規模はどの程度か、どのように水理計算をすればよいか等の実用化にあたっての技術的課題をシミュレーションや水理実験等をふまえて検討したことによるものである。また、対策については策定の段階から地元をはじめ関係諸官庁と協議を実施し、問題意識を共有して進めたことも成功の一因である。

4. 他地点への適用にあたっての留意点

【建設費増大の観点】

- ・トンネル長を短くできること（本プロジェクトではトンネル長 2,350m）
- ・トンネル最大通水能力を小さく設定できること（本プロジェクトでは最大通水能力 140 m³/s）

【運用の観点】

- ・バイパスによる貯水池への流入量減を許容できること（本プロジェクトは揚水式発電所の下池であることから可能となる）

5. その他（モニタリング、事後評価等）

- ・1999年から2009年までの年別運用実績を図5に示す。総流入量に対して平均65%が、排砂バイパス設備によって直接下流に放流されている。

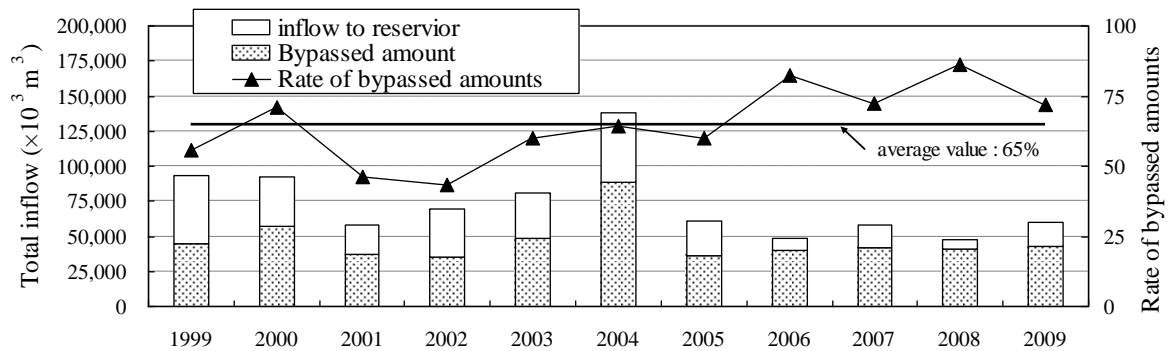


図5 年別運用実績

・旭ダム貯水池の上流測水所（ダム堤体より約 4.3km 上流）と下流測水所（ダム堤体より約 1.6km 下流）で濁度を 1 回／日の頻度で測定している。排砂バイパス設備の運用による濁水長期化軽減効果の評価にあたっては、上下流測水所の濁度が 5ppm 以上の日をカウントし、それらの日数差を濁水長期化日数として評価している。図6に示すように、排砂バイパス運用以前の濁水長期化日数は平均 50 日程度であったが、運用開始 1998 年以降は平均 7 日程度まで低減が図れている。2004 年に発生した濁水長期化は、1 年確率洪水（200 m³/s）を超える出水が 5 回発生したものの、濁水長期化日数は運用以前と比べて小規模である。

以上から、排砂バイパス設備は、下流河川の濁水長期化を大きく軽減できる効果があると評価できる。

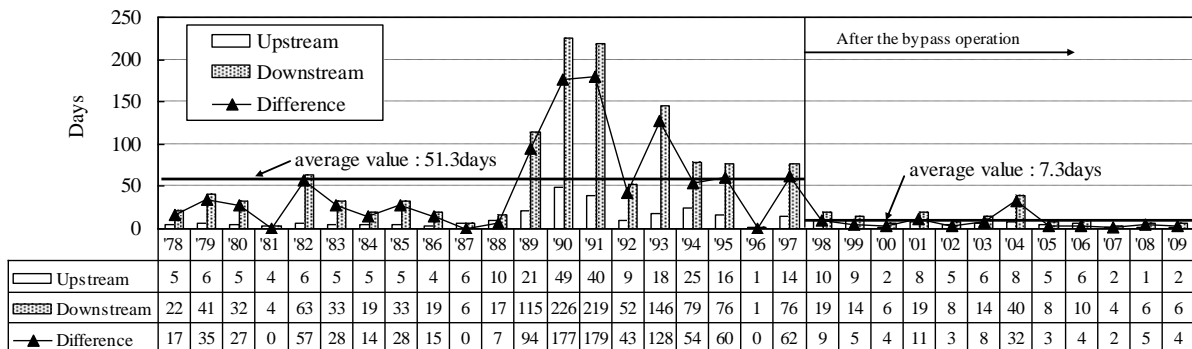


図6 上下流測水所の濁水長期化日数

・発電所運開から 20 年経過した 1998 年時点において、旭ダム貯水池の堆砂率は 4.3%と低く、ほとんど堆砂は進行していない状況であった。堆砂率自体は低いものの、貯水池堆砂形状（図 7）が示すように、発電所取放水口は貯水池の中央付近に位置していることから、今後の堆砂進行により取放水口が埋没する可能性があった。図 7 に示すように、排砂バイパス設備を運用開始以降、貯水池の堆砂形状は運用開始以前と比べてほとんど変化がないことがわかる。これは排砂バイパス設備の運用によりダム貯水池への土砂流入が抑制されたことを示している。

排砂バイパス設備の設置前後の堆砂量の推移を図 8 に示す。運用後は想定流入土砂量（数値シミュレーションによる推測値）の 8~9 割は排砂バイパス設備により下流へ流下しているのがわかる。以上の結果から、貯水池上流からの流入土砂の大部分は、ダム貯水池へ流入、堆積することなく、排砂バイパス設備によりダム下流へ流下しており、ダム下流域にはダム建設前の状態に匹敵する自然に近い土砂量が供給されていると考えられる。

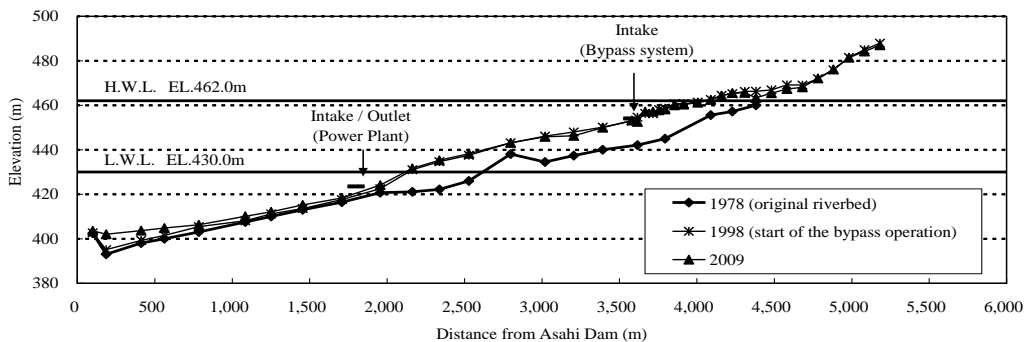


図 7 旭ダム貯水池の堆砂形状の推移

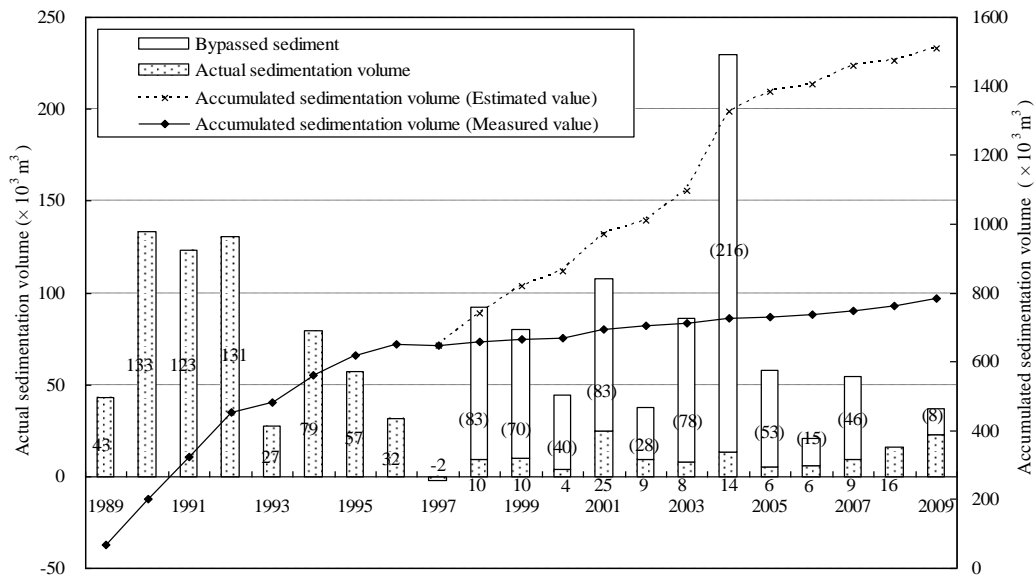


図 8 旭ダム貯水池の堆砂量の推移

6. 参考情報

6.1 参考文献

- 1) IEA/ANNEX-8：水力発電：成功事例（環境緩和策と便益）水力発電好事例一覧
KI-5 水質 1. 旭ダム（IEA 水力実施協定 Annex-8 報告書）

- 2) M. Harada, et al, Operational results and effects of sediment bypass system, 20th ICOLD, Beijing, 2000.
- 3) H. Doi, Reservoir sedimentation management at the Dashidaira and Asahi Dams, International Workshop on Sediment Management for Hydro Projects, India, 2005.
- 4) H. Fukuroi, Effect of sediment bypass system as a measure against long-term turbidity and sedimentation reservoir, 23rd ICOLD, Brasilia, 2009.

6.2 問合せ先

会社名: 関西電力株式会社

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