

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 : 2-c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

Sub : 1-f) 環境保全及び改善

プロジェクト名	: 濁水対策フェンス設置
国、地域	: 日本、高知県
プロジェクトの実施機関	: 四国電力株式会社
プロジェクトの実施期間	: 2005 年
更新と増強の誘因	: (B) 環境劣化
キーワード	: 濁水長期化 lengthening of muddy water 濁水対策フェンス fence to countermeasure of muddy water

要旨

近年、成層型の貯水池における濁水長期化軽減対策として、貯水池内に不透水性のフェンス（濁水対策フェンス）を設置することにより、フェンス下層からの速やかな濁水流下による流入濁度の早期排出、ならびに濁水対策フェンス下流表層部に保持した清水層からの放流による濁度低減などの効果を得られることが報告されている。長沢ダムでは、これまで選択取水設備の設置等により濁水長期化の軽減を図ってきたが、さらなる濁水長期化の軽減に向け、濁水対策フェンスに関する設計手法を新たに構築し、2005 年 3 月に濁水対策フェンスを設置した。

これまで中規模程度の出水におけるフェンス設置効果は確認できたことから、引き続きモニタリングを継続し、幅広い出水規模でのフェンス効果の検証を行う予定としている。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

長沢ダムは、四国の吉野川水系吉野川の最上流部に位置する長沢発電所（最大出力 5,200kW、発電開始 1949 年、ダム式発電所）のダムとして建設された高さ 71.5m、総貯水容量 3,190 万 m³のコンクリート重力式ダムである。発電所ならびにダム等の位置図、諸元を図 1、表 1 に示す。

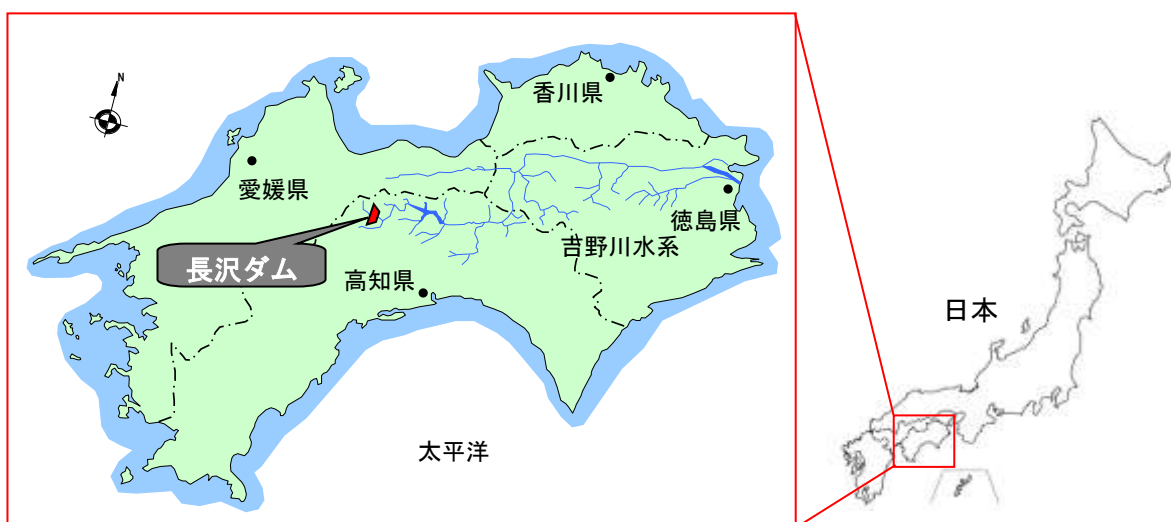


図 1 長沢ダム位置図

表 1 長沢発電所諸元

項 目		諸 元
発電所	発電所名	長沢発電所
	最大出力	5,200 kW
	最大使用水量	9.50 m ³ /s
	有効落差	64.940 m（最大使用水量時）
ダム	ダム名	長沢ダム
	河川名	吉野川水系 吉野川
	流域面積	91.52 k m ²
	タイプ	コンクリート重力式
	高さ	71.5m
	堤頂長	216.6m
	堤体積	235,000 m ³
	総貯水容量	31.9×10 ⁶ m ³

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)―(b) 環境劣化―河川環境の改善

長沢ダムでは、1970 年代前半に貯水池の濁水長期化が社会問題化したことを受けて、選択取水設備の設置等により濁水長期化の軽減を図ってきた。しかし、同設備だけでは濁水長期化を十分軽減するには至らなかったことから、さらなる濁水長期化軽減に向けた取り組みを進めることとなった。

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

1949.4 長沢発電所の運転開始
 2003.7 プロジェクト検討開始
 2005.2 濁水対策フェンス設置工事開始
 2005.3 濁水対策フェンス設置工事完了

2.3 内 容（詳細）

1 - f) 環境保全及び改善

長沢ダムでは、1970 年代前半に貯水池の濁水長期化が社会問題化しはじめたことから、ダム貯水池の濁水長期化軽減対策として 1978 年に選択取水設備を設置し、濁水長期化の軽減に努めているが、対策後も抜本的な解決までには至らなかった。

このような中、近年、成層型の貯水池における濁水長期化軽減対策として、貯水池内に濁水対策フェンスを設置することにより、フェンス下層からの速やかな濁水流下による流入濁度の早期排出ならびにフェンス下流表層部に保持した清水層からの放流による下流濁度低減などの効果を得られることが報告されていることから、長沢ダム貯水池における濁水対策フェンスの設置について、水理模型実験や数値シミュレーションにより合理的・効率的な設計手法を構築した上で、同ダムへの適用性を検討し、現地への設置を行った。

2・c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

濁水対策フェンスについては、これまで定性的な効果は確認されていたが、定量的な評価は十分とは言えなかった。このため、フェンス設置による流動制御現象を定量的に把握するとともに、その結果に基づきフェンスの設計手法を構築した。

まず、水理模型実験（模型縮尺：1/50）によりフェンス設置による濁水流動現象の変化を定量的に把握し、変化の要因を分析した。その結果、流動現象に関する変化の指標であるフェンス下流部の密度界面（清水と濁水の界面）が、流入量、フェンスの高さ、フェンス設置位置の水深ならびに清水・濁水の密度差の影響で変化することがわかった（図2）。また、貯水池への流入条件（濁水の流入量、湖水との密度差）とフェンス高さ、フェンス設置位置における流下断面の関係に基づき計算されるフルード数と密度界面上昇量との間に高い相関性があることを見出し、フルード数から密度界面上昇量を推定することにより、フェンス下流表層部における清水保持効果を定量的に評価した（図3）。これにより、フルード数から推定される密度界面上昇量を用いてフェンスの概略仕様を簡易に決定することが可能となった。

また、水理模型実験で得た知見に基づいて濁水流入時の乱流現象を再現できる三次元シミュレーションモデルを構築し、フェンスの概略仕様をもとに、数値シミュレーションによりフェンスの設置位置や高さについて詳細なケース検討を行い、フェンス下流表層部における清水層保持効果や濁水塊の早期排出効果が最も期待できる最適なフェンス仕様を合理的・効率的に決定可能な手法を構築した。

さらに、構築した設計手法を長沢ダム貯水池に適用し、最適なフェンス仕様を決定した（表2、図4、写真1）。

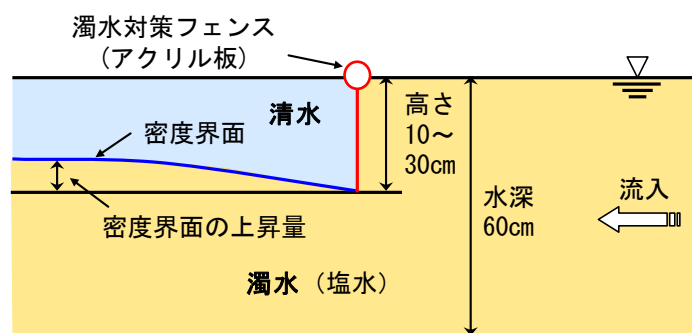
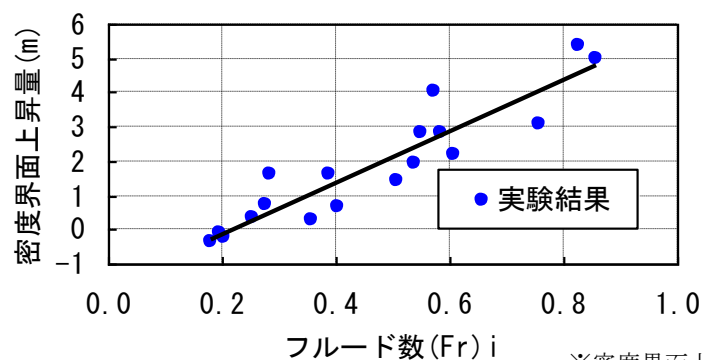
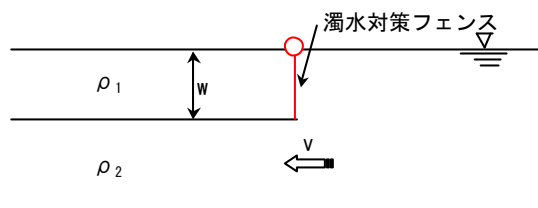


図2 水理模型実験概要



【フルード数の定義】



$$(Fr)_i = \frac{v}{\sqrt{g \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2} w}}$$

(Fr)i : フルード数, v : フェンス下端の流速, w : フェンス高さ
 ρ_2 : 下層水塊密度, ρ_1 : 上層水塊密度

図3 フルード数と密度界面上昇量との関係

表2 濁水対策フェンス諸元

遮水シート	寸法	(標準部) L=20m、カーテン長 h=10m , 10本 (端部) L=10m、カーテン長 h=10m , 2本
	シート	ポリエステル、N500 強度 5,000N/3cm 以上
	フロート	φ 400mm、発砲スチロール 浮力 23,535N/20m 以上
	フロートカバー	PVC ターポリン、厚さ=1.0mm 強度 2,941N/3cm 以上
	メインベルト	ポリエステル、巾=100mm 強度 137.2kN/1本
	接続部	D 環付金具、径=19mm (メインベルト用) 破断強度 115kN 以上
通船ゲート	寸法	有効通船幅 4.0m 、 有効通船水深 1.5m
	開閉方式	半自動タイプ (船舶にて扉を押し開け、通船後は錘重量で閉鎖)
	フレーム材質	SUS304
	フロート	表皮 ウレタン樹脂被覆 内部 発砲スチロール

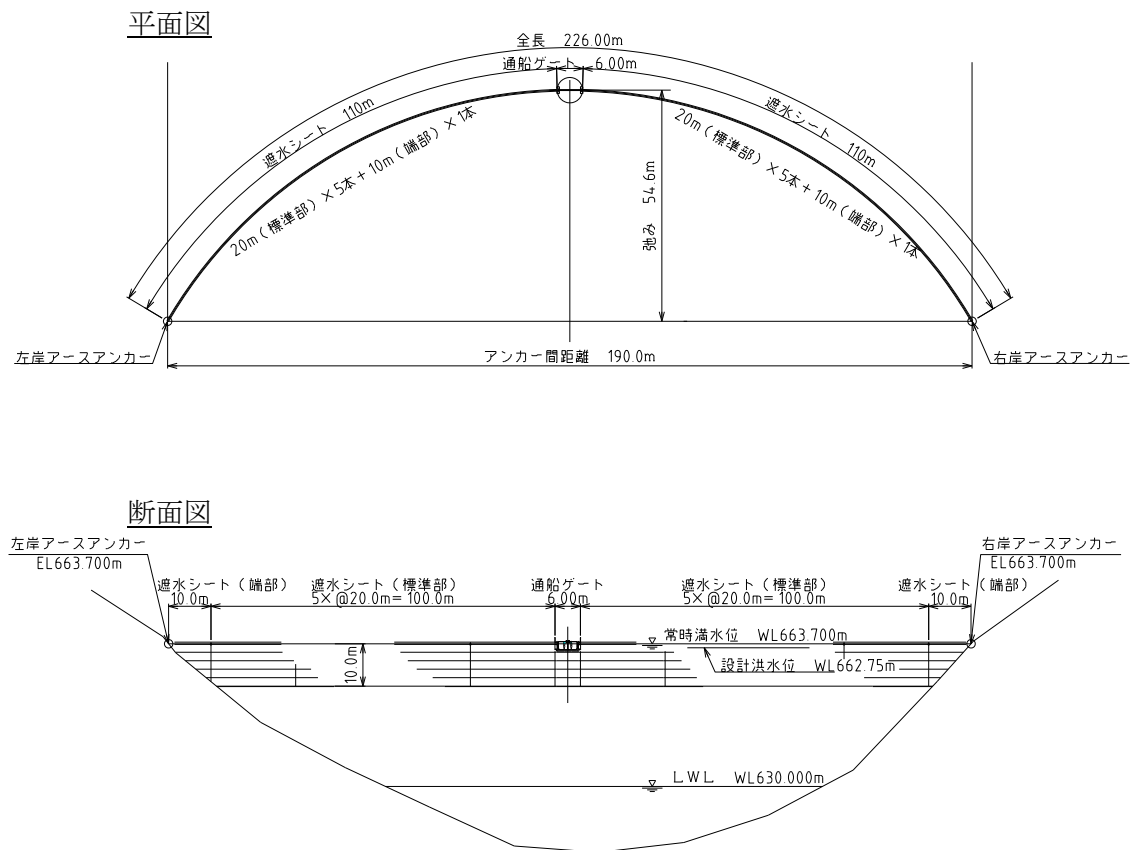


図4 濁水対策フェンス

写真1 濁水対策フェンス設置状況



3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例としての要素（注目点）

- ・濁水流入時のフルード数と密度界面の上昇量との関係を定量化したことによる合理的な濁水対策フェンスの最適仕様の決定

3.2 成功の理由

濁水対策フェンスの設計は、これまで過去の実績などの経験則に基づいて実施していたが、今回、本プロジェクトではフェンスによる流動制御効果を定量的に評価できる設計手法を構築した。具体的には、水理模型実験によりフェンス高さや密度差、流量などの諸条件の違いによる密度界面の変化状況や、フェンスによる濁水制御効果を示す水理指標であるフルード数と密度界面の上昇量との関係を整理することで、フェンスの概略仕様（フェンスの概略高さや設置位置）を決定し、さらに、貯水池内の流動を高精度に評価可能な三次元数値シミュレーションを用いて、概略仕様をもとにケース検討を実施して濁水対策フェンスの最適仕様を決定するという合理的・効率的な手法を構築できた。

4. 他地点への適用にあたっての留意点

【本対策の適用範囲】

- ・主に成層型の貯水池を対象とした濁水長期化軽減対策である

5. その他（モニタリング、事後評価等）

- ・予測した濁水対策フェンスの設置効果を検証するため、フェンス設置前後で時期・規模等が類似する出水を抽出し、出水後における湖内の濁度の分布を比較検討した。検討対象出水終了から5～6日経過後の湖内濁度分布を図5に示す。
- ・湖内の濁度分布によると、フェンス設置前に比べ設置後はフェンス下流側表層部の濁度がフェンス上流側に対して低く、清水層が確保されており、フェンス設置による濁水軽減効果が確認できる。
- ・濁水対策フェンス設置以降、その実際の効果を定量的に把握するため、出水前後の湖内の濁度、水温分布の計測を実施しており、これまで中規模程度の出水におけるフェンス設置効果は確認できた。今後も引き続きモニタリングを継続し、大規模出水におけるフェンス設置前後の濁水等の状況を確認し、幅広い出水規模でのフェンス効果の検証を行う予定としている。

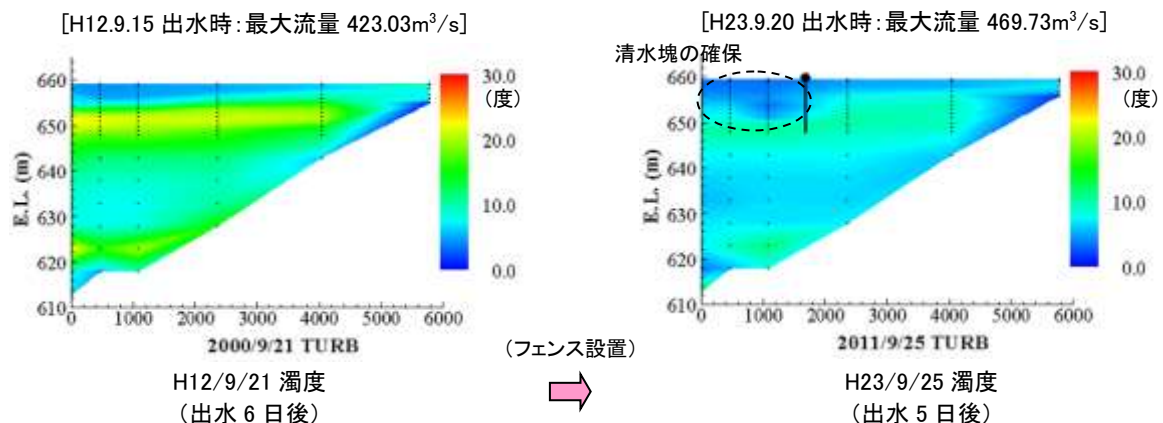


図5 フェンス設置前後の類似出水における湖内の濁度分布

6. 参考情報

6.1 参考文献

- 1) 坂本孝二、中廣政之、前田幸治、三木公司：濁水対策フェンスを用いた貯水池濁水長期化軽減対策に関する設計手法の開発，電力土木 No.329，2007.5

6.2 問合せ先

会社名：四国電力株式会社

URL：<https://www.yonden.co.jp/>