

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

プロジェクト名 : 犀川水力発電所えん堤改修工事  
 国、地域 : 日本、長野県  
 プロジェクトの実施機関 : 中部電力株式会社  
 プロジェクトの実施期間 : 2000年～2003年  
 更新と増強の誘因 : (A)老朽化／故障頻発  
 キーワード : SR合成起伏堰、ゲート、蛇籠えん堤、ゴム堰

要旨

犀川水力発電所えん堤は、改修前、蛇籠構造の固定堰と老朽化した排砂ゲートを有していた。排砂ゲートは放流能力が小さく、出水時は、固定堰越流水により蛇籠えん堤流失が多発していた。そこで、えん堤の一部と鋼製ゲートを撤去し、大規模なSR合成起伏堰(SR堰)を導入した。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

中部電力株式会社犀川水力発電所は、長野県安曇野市に位置する最大出力1,700kWの水路式発電所である（図1および表1参照）。犀川えん堤は犀川水力発電所の取水えん堤であり、蛇籠構造の固定堰（長さ268m、高さ5.8m）と鋼製の排砂ゲート（幅3m×2門）を有していた。写真1に改修前の航空写真、写真2に犀川えん堤の構造（蛇籠構造）、写真3に犀川えん堤の出水状況、写真4に犀川えん堤流失状況を示す。

表1 発電所諸元

発電所	犀川水力発電所
水系、河川	信濃川水系、犀川
最大出力	1,700kW
最大使用水量	10.71m³/s
有効落差	19.06m
運転開始	1923年3月



図1 位置図



写真1 航空写真（犀川えん堤改修前）



写真2 犀川えん堤（蛇籠構造）



写真3 犀川えん堤の出水状況



写真4 出水後のえん堤流失状況

## 2. プロジェクト（更新/増強）の内容

### 2.1 誘因と促進要因（具体的なドライバー）

#### ① 状態、性能、リスクの影響度等

##### (A)-(d) 老朽化／故障頻発－保守性の向上

改修前、犀川えん堤は蛇籠構造の固定堰と老朽化した小規模な排砂ゲートを有していた。排砂ゲートの放流能力が不足していたため、出水時に蛇籠えん堤の上部を流水が越流し、えん堤流失が多発していた。そのため復旧費用と減電損失により、発電所の収益性が悪化していた。

#### 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

- 1923.4 犀川水力発電所の運転開始
- 2000.7 犀川えん堤改修の検討開始
- 2002.10 犀川えん堤改修工事着工
- 2003.3 犀川えん堤改修工事竣工，運用開始

### 2.3 内容（詳細）

#### 2-c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

SR堰の基本構造は図2に示すとおり、鋼製扉体をゴム製枕状空気袋にて背面支持し、空気袋の空気量を調整することにより扉体を動作させ、堰高を任意の高さに調整できる起伏堰である。

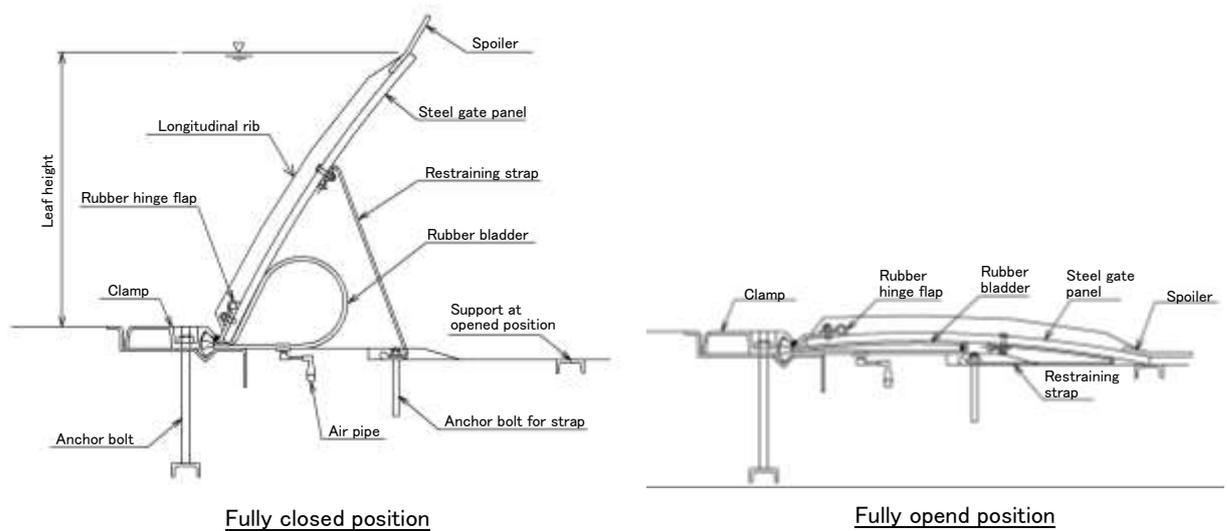


図2 SR堰基本構造図

工事ではえん堤の一部と鋼製ゲートを撤去し、SR堰を設置した。SR堰はアメリカで開発された新型堰であり、従来のゴム堰にない優れた特徴を持つ。

(長所)

- ①流量、水位制御が可能である。
- ②複数のユニットを連結させることで、長大径間も施工可能である。
- ③ゴム堰に比べ、出水時の土砂耐久性が高い。
- ④ピア側壁は鉛直で流積確保に有利である。
- ⑤越流時の振動が生じにくく、ゴム堰のような越流水深の制限がない。
- ⑥非常時（停電時）でも確実に倒伏できる構造を持つため、予備発電機の設置は不要である。

(短所)

- ①ゴム堰に比べ空気袋の内圧が高く、空気圧縮機容量及びアンカー形状が大きい。

\*比較検討

比較検討にあたっての比較対象堰としては、SR堰、ゴム堰及び鋼製起伏堰が考えられるが、鋼製起伏堰は油圧ジャッキによる背面支持となるため、河床内に大規模な設備が必要となり、経済性及び保守上の観点から得策ではないと考え除外した。

図3にゴム堰とSR堰における出水時の運用イメージを示す。

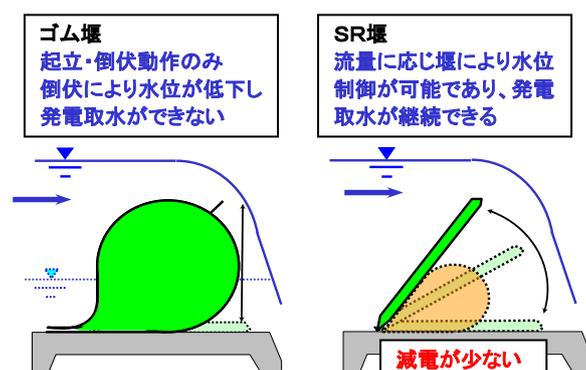


図3 出水時の運用イメージ

犀川えん堤の場合、えん堤流失防止の観点から、出水時にダム水位を蛇籠の天端以上に上げないことが運用条件となる。ゴム堰では、越流水深が一定以上になると全倒伏する必要があるため、水位が急激に低下し、取水が不可能となる。

一方、SR堰は流量に応じ、堰高を制御することで全倒伏するまでの間は水位一定制御が可能であり、発電取水が継続できるため、減電損失が少ない。

犀川えん堤改修工事では、日本国内での大規模な導入実績はなかったが、特に、流量調整、減電損失及び耐久性の観点からSR堰を採用することとした。工事の概要を以下に示す。

- ・えん堤排砂門撤去〔幅3m×2門〕
- ・えん堤一部撤去〔57m〕
- ・上流護床工設置〔5m〕
- ・下流護床工設置〔19m〕
- ・SR合成起伏堰設置〔1門(7ユニット)、純径間35m×有効高2.95m〕

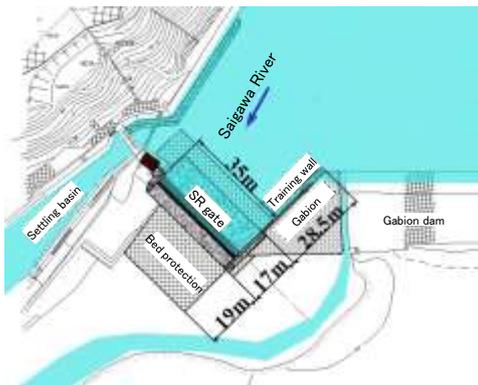


図4 計画概要図

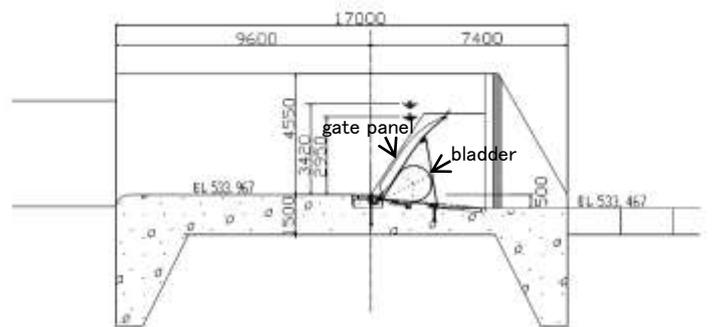


図5 SR堰断面図

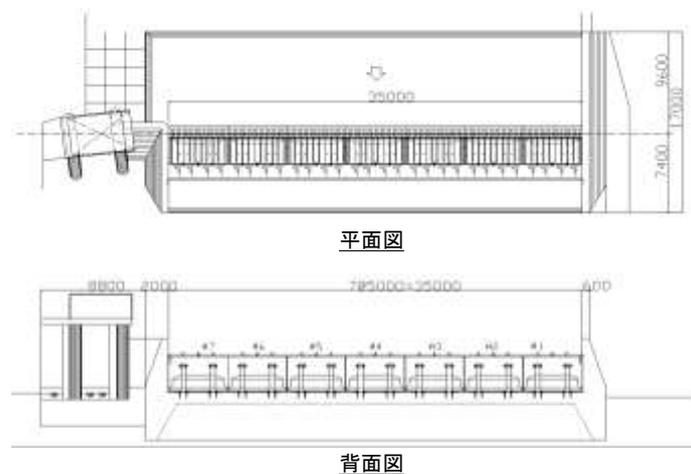


図6 SR堰一般図

SR堰は従来のゲートにない優れた特徴を持つ。しかし、日本の河川はアメリカと比較すると、急流で土砂供給量が多い。今回は日本で初めての大規模なゲートの導入であったため、様々な改良を加えて工事を実施した。

#### ア. 倒伏時の堰勾配改善

堰下流への堆砂防止及び全倒伏時の排砂性向上を目的として、堰下部の形状に約4°の勾配を設けた。図7,写真5に全倒伏時の堰勾配改善方法を示す。

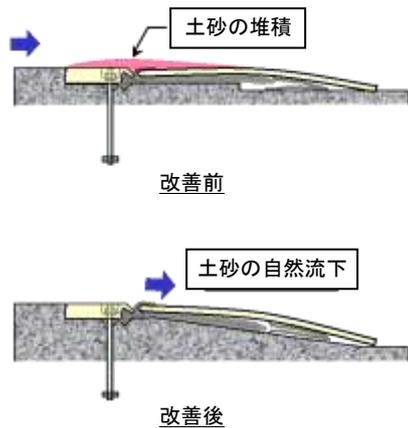


図7 全倒伏時の堰勾配改善方法



写真5 SR堰全倒伏

イ. 定着ゴムカバー

定着ゴムは、扉体を固定する重要部材であり、クランプ部分と定着ゴムの間に石を噛込むことが懸念されたため、クランプ形状を改良するとともに、定着ゴムカバーを設置し、定着ゴムを保護するように改善した。図8, 写真6に定着ゴム部の保護方法を示す。

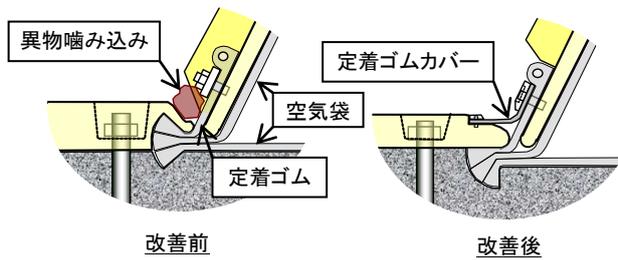


図8 定着ゴム部の保護方法



写真6 定着ゴムカバー

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例としての要素（注目点）

- ・SR堰の採用
- ・復旧工事費用と減電の削減

3.2 成功の理由

SR堰の竣工状況(2003.3、全景)を写真7に、背面の状況を写真8に、現在の状況(2012.9)を写真9に示す。



写真7 SR堰の完成状況（2003. 3、全景）



写真8 SR堰の完成状況（2003. 3、背面）



写真9 SR堰の現在の状況（2012. 9）

現在竣工後9年半が経過したが、SR堰のトラブルもなく、運用を継続している。完成までは大規模ゲートがなかったため、洪水時にえん堤越流し、流失するケースが多かったが、完成後放流能力が向上したため、洪水時でもえん堤越流するケースが減少し、発電所の収益性向上に貢献できた。

#### 4. 他地点への適用にあたっての留意点

SR堰の設置にあたっては、当該地点における土砂供給量を考慮した対策が必要である。

#### 5. その他（モニタリング、事後評価）

SR堰は運用開始後、倒伏時における不完全倒伏等の大きなトラブル・障害は発生しておらず、良好に維持管理されている。

##### ア. 定着ゴムカバー

運開2年後に実施した抜水を伴うゲート点検の結果、定着ゴムカバーの摩耗、損傷はなかった（写真10）。各ユニット接続部において、据付時に現場施工した自然加硫ゴムの剥離があり、この隙間から定着ゴムとの空間に細かな砂礫が侵入していた（写真11）。定着ゴムカバーを開放し、内部の定着ゴムを点検した結果、侵入した砂礫による異常は認められず、健全な状態である（写真11）。なお、ユニット接続部は、定着ゴムカバー内部の砂礫を除去し、再度、自然加硫ゴムにて補修を行っている（写真12）。

##### イ. 蛇籠えん堤流失実績

改修前に蛇籠えん堤流失に至った中規模な出水は大規模な放流能力を有するSR堰が有効に機能し、蛇籠えん堤流失頻度が著しく減少したことで、その効果は大きい（写真13）。



写真10 定着ゴムカバー



写真11 定着ゴムカバー内部



写真12 定着ゴムカバー接続部補修



写真13 中規模な出水時SR堰倒伏状況

## 6. 参考情報

### 6-1 参考文献

上嶋正樹、吉村修一、櫻井久／犀川発電所えん堤改修工事－SR合成起伏堰採用／社団法人 電力土木技術協会 電力土木／2003.7

### 6-2 問合せ先

会社名：中部電力株式会社

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