

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-a)電気機械装置の技術革新と適用拡大

Sub : 1-f)環境保全及び改善

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 : 南向(みなかた)水力発電所設備改修工事
 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 : 1998年～2000年
 更新と増強の誘因 : (A)老朽化／故障頻発
 (B)環境劣化
 キーワード : 金属・プラスチック溶射、低周波振動、取水ゲートの集約化

要旨

南向水力発電所は運転開始から約70年が経過し、洪水吐ゲート、取水設備および水車発電機等の老朽化が進んだため、延命化と共に保守性の向上を図るべく、ほぼ全設備について大規模な改修工事を行った。また、改修工事において水車発電機運転時に発生する低周波振動対策を実施した。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

中部電力株式会社南向水力発電所は天竜川水系の中流部、長野県上伊那郡中川村に位置する最大出力24,100kW（改修後26,700kW）の水路式発電所である（表1および図1参照）。

表1 発電所諸元

発電所	南向水力発電所
水系、河川	天竜川水系、天竜川
最大出力	24,100kW(改修後26,700kW)
最大使用水量	37.70m ³ /s
有効落差	79.35m
運転開始	1929年4月



図1 位置図

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)-(b) 老朽化／故障頻発－耐久性、安全性、信頼性向上

【洪水吐ゲート】

堤高約7.6m、堤長約123.6mのコンクリート重力式えん堤に、長さ約26m、直径約2.9mのローリングゲートが4門設置されており、建設以来約70年が経過している。

この間、定期的な検査と検査結果に応じた塗装を実施し、経年劣化の抑制に努めていたが、70年を経過しスキンプレート等の腐食劣化が進行していた。

【取水設備】

取水口制水門として6門の鋼製スルースゲートが設置されており、その前面には6面のスクリーンが設置されていたが、コンクリート構造物の劣化とともに、鋼製スルースゲートおよびスクリーンの腐食劣化等が見られた。

【水車発電機】

水車は立軸フランシス水車2台、発電機は立軸三相交流発電機2台で、運転開始以来約70年が経過し、水車ケーシングの腐食劣化および発電機固定子コイルの絶縁抵抗低下等劣化が進んでいた。

(A)-(d) 老朽化／故障頻発－保守性の向上

【取水設備】

スクリーンに付着する塵芥については、これまで人力による除去を行っていた。

(B)-(c) 環境劣化－その他

【ドラフトチューブ】

ドラフトチューブについては、腐食劣化が進み、一部鋼材についてはコンクリート部材から剥落している等、部分修繕での対応は難しい状態であった。

また、水車発電機運転時（部分負荷帯）に発生する低周波振動により周辺住民からの苦情等があった。

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

- 1929.4 南向水力発電所の運転開始
- 1967 南向水力発電所洪水吐ゲート応力調査
- 1987 南向水力発電所洪水吐ゲート板厚調査
- 1990 南向水力発電所導水路覆工ボーリング調査
- 1994 南向水力発電所導水路断面、地質調査
- 1998.8 南向水力発電所設備改修工事着工
- 2000.6 南向水力発電所設備改修工事完工

2.3 内 容（詳細）

2- a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大

【水車発電機】

当発電所は、落差・流量から見て典型的な立軸フランシス水車領域である100～200m-kWであるため、既設と同じ立軸フランシス水車で検討を実施した。また、発電所建屋、水圧鉄管については流用とし、主機台数について検討した結果、経済性に優位な2台案を採用した。

回転速度については、水車発電機のコンパクト化を目的として、300min⁻¹から327min⁻¹を採用した（表2参照）。

表2 水車発電機の仕様

項 目		改修前	改修後
水車	型式	立軸単輪単流渦巻フランシス水車	
	出力	16,412/15,666kW×2 台	13,800kW×2 台
	周波数	60/50Hz	60Hz
	定格回転数	300min ⁻¹	327min ⁻¹
	軸受冷却方式	水冷型	冷却水レス（空冷）
発電機	型式	三相同期立軸回転界磁型	
	容量	15,000kVA×2 台	14,100kVA×2 台
	定格回転数	300min ⁻¹	327min ⁻¹

1- f) 環境保全及び改善

【ドラフトチューブ】

低周波振動対策として表3のとおり対策を行った。

表3 具体的対策内容と期待効果

対策項目	内容	期待効果
三角フィンの取付	ドラフト円錐部にフィン取付	<ul style="list-style-type: none"> 水圧脈動の低減 整流効果によるホワールの抑制
ドラフト出口部の構造変更	共鳴空間の排除	共鳴の防止
	ピア形状の変更	<ul style="list-style-type: none"> 整流効果 渦流の抑制
ドラフト形状の変更	ドラフト出口面積の拡大	<ul style="list-style-type: none"> 整流効果 水面変動、脈流の低減
	ドラフト長（3m）の延長	<ul style="list-style-type: none"> 共鳴空間の排除 整流効果

2- c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

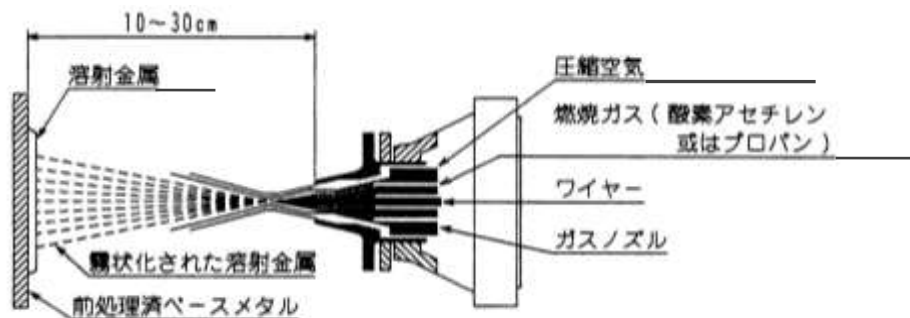
【洪水吐ゲート】

このゲートを調査した結果、円筒構造のため応力的には問題はなかったが、スキンプレートおよび桁材の腐食劣化が著しかったことから、腐食の進行を抑制する工法を採用した。

採用した工法は、鋼材劣化膜を排除するためのプラスト、劣化抑制膜として金属溶射およびプラスチック溶射を実施した。

金属溶射については、亜鉛95%、アルミニウム5%の合金を高温の圧縮空気で溶融、霧状化してスキンプレートおよび桁材に溶射金属被膜を形成した。

また、溶射金属被膜は、微粒子の金属の重なりで膜を形成しているため、被膜は多孔質であることから、低温溶融プラスチック材を加熱した圧縮空気で溶融、霧状化して、多孔質に浸透させ密閉することにより、水分の浸透による被金属面の防錆効果を高めた（図2参照）。



Schematic Diagram of Thermal Sprav Gun

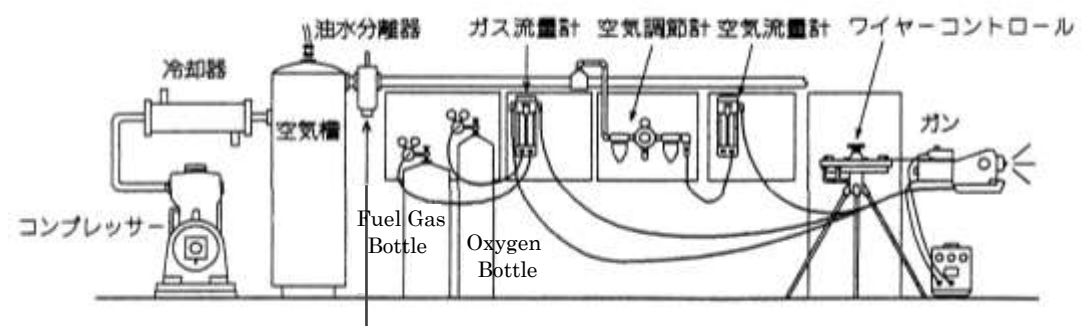


図2 金属溶射概要図

金属溶射は、犠牲防食作用を活用した工法であるが、他の有力な防食工法（重防食塗装、亜鉛メッキ（塗装も有り））に比較すると、初期投資が1.5~1.8倍となるが、耐用年数が2倍以上期待できることから、ライフサイクルコストは有利となる。

また、金属溶射は現場施工が可能なことから適用範囲が広く、同じく現場施工可能な重防食塗装に比較し、重ね溶射時の養生が不必要なため、一般的に工期が短くて済む。

【取水設備】

取水口制水門が6門、スクリーンが6門あることから、ゲートの制御が複雑となること、点検・保守も煩雑となることから、取水口のコンクリート構造物を撤去し、新たに2面のスクリーンを設置するとともに、取水口制水門の位置を導水路入口に変更し、鋼製ローラゲート1門として集約化を図り、制御、点検・保守の簡略化を図った。

また、スクリーン前面に自動で稼働する除塵機2門を設置し、省力化を図った（表4および写真1参照）。

表4 取水口制水門およびスクリーン諸元

項 目		改修前	改修後
取水口制水門	型式	鋼製スライドゲート	鋼製ローラゲート
	門数	6 門	1 門
	寸法	幅 2.995m×高さ 3.745m	幅 6.000m×高さ 5.560m
スクリーン	門数	6 門	2 門



写真1 改修工事前後の取水口

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例としての要素（注目点）

- ・鋼製ローリングゲートの延命化に金属溶射、プラスチック溶射を採用
- ・取水口制水門のゲートの1門化による保守性向上
- ・水車発電機のコンパクト化を目指した回転速度の向上
- ・低周波振動対策としてのドラフトチューブ吐出口の拡大、ドラフト円錐部への三角フインの取付け

3.2 成功の理由

既設設備を最大限活用し、新技術を取り入れ、必要最小限の改修工事を実施することにより、延命化が図られた。

4. 他地点への適用にあたっての留意点

- ・旧設備が小規模で多数設置されている場合、大型化，集中化することが可能か（取水口ゲート，スクリーン，除塵機等）
- ・水車発電機，ドラフトチューブの大規模な取替えにあたっては，発電所建屋の強度，流用可否，補強工法の検討が重要

5. その他（モニタリング、事後評価）

特になし

6. 参考情報

6-1 参考文献

橋爪徳、飯田弘、村上利一／南向発電所設備改修工事の施工報告／社団法人 電力土木技術協会 電力土木／2000.7

6-2 問合せ先

会社名：中部電力株式会社

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