

旭発電所納入水車設備更新工事事例

福原成規 Seiki Fukuhara
土井英樹 Hideki Doi
福間実鶴 Mitsuru Fukuma

キーワード 水車, 更新, 3R, 点検

概要



旭発電所更新設備

(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス 旭発電所は、鳥取県日野川水系日野川から2339.766mの水路で導水し、水圧鉄管を経て水車発電機で最大675kWの電力を供給する。本発電所は、1921年に運転を開始した設備で、改修を実施しながらも運転開始後98年を経て、全体の老朽化が進んでいること、また現在の河川流量に合致した最適設備とするため、設備を更新した。既存土木建築構造物を有効活用しつつ、その制約を満足する水車特殊設計が採用され、2020年5月から運転を開始した。

1 まえがき

(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス（以下、ESS）旭発電所は、1921年に山陰電気株によって建設、1951年以降、中国電力株によって運用され、点検・補修・改修を実施しながら98年経過し、設備の老朽化が顕著となった。また、日野川水系新川平発電所の稼働に伴い、本発電所は減水区間となり、旭発電所稼働率が低下したことを背景に、現状の河川流量実態に合わせた設備更新を、中国電力株から譲渡を受けたESSが固定価格制度（FIT）を活用し実施した。イームル工業株（以下、当社）は、その更新設備一式を納入した。既存土木建築構造物の有効活用が更新計画の前提であり、その制約条件による課題解決のため、通常の設計とは異なる水車特殊設計を採用し製作した。本稿では、旭発電所に納入した既設設備更新内容を紹介する。

2 既設設備概要と更新設備計画

2.1 既設設備概要

第1図に旭発電所の外観を示す。本発電所は、日野川水系日野川を水源とした水路流れ込み方式で、



第1図 旭発電所

1921年に建設された発電所の外観を示す。歴史を感じる建築物である。

導水路総延長2339.766m，認可最大出力2000kWの水力発電所である。主な仕様は，以下のとおりである。第2図に既設発電設備を示す。

- (1) 水車：横軸フランシス水車 2台
- (2) 有効落差：24.40m
- (3) 最大使用水量：11.13m³/s
- (4) 最大出力：2400kW（発電所出力：2000kW）
- (5) 水圧鉄管：内径1818mm，延長24.86m 2条

2.2 更新計画

1979年に江尾発電所を廃止し，再開発を実施した新川平発電所の稼働に伴い，旭発電所の取水地は減水区間となった。老朽化設備更新では，現状流況に合わせた設備計画とし，設計仕様を以下のとおりとする更新基本計画がESSから提示された。

- (1) 水車：横軸フランシス水車 1台
- (2) 有効落差：24.92m
- (3) 最大使用水量：3.55m³/s
- (4) 最大出力：735kW（発電所出力675kW）

また，発電所建屋・取水口・導水路・水圧鉄管・放水路などの土木建築構造物は，既設活用を前提とした一部取り替え・改修を実施する計画であった。



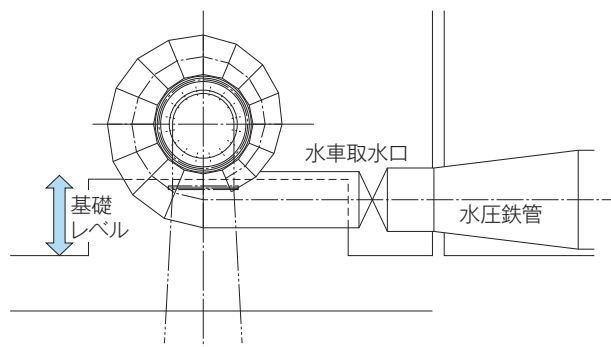
第2図 既設設備

97年間稼働した水車発電設備を示す。点検・補修・改修によって美しく整備されている。

3 設備更新の制約条件による特殊設計

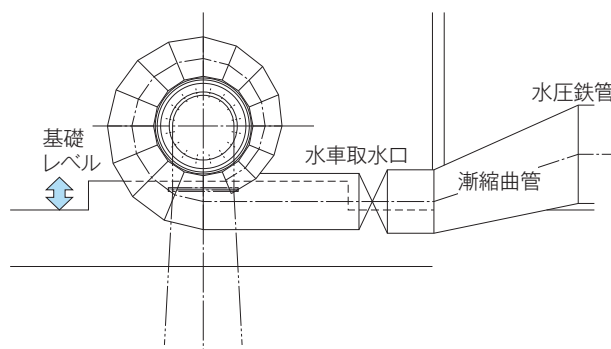
3.1 水車取水口（既存水圧鉄管）と水車据え付けレベルの検討と対策

建屋と水圧鉄管の既設活用によって，更新後の水圧鉄管と水車取水口の取り付け方法に制約が生じた。水圧鉄管と水車取水口は，損失などを最小限に抑えるため，ストレートになるよう水車据え付けレベルを設計することが望ましい。第3図に水圧鉄管と水車据付レベルの理想的配置を示す。今回，この配置を実現するために水車基礎レベルを上昇させることが必要であったが，既存建屋高さの制約（点検上必要な高さなど）で，基礎レベルを上昇させることが困難な状況であった。このことから，水圧鉄管の取り付け形状の変更を検討した。第4図に水圧鉄管形状変更検討図を示す。水車基礎レベル上昇



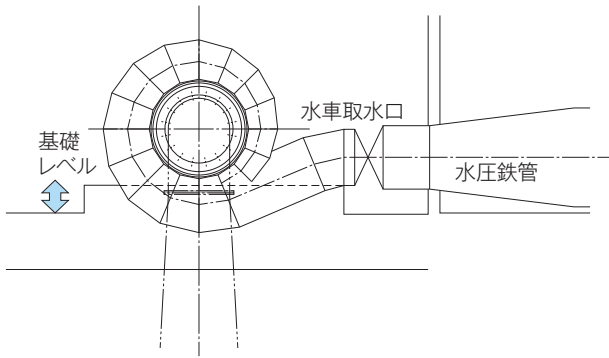
第3図 水圧鉄管と水車据付レベルの理想的配置

水車据え付けは，水の抵抗を最小限に抑える構造のため，水圧鉄管センターと水車取水口センターが同一レベルになることが望ましい。



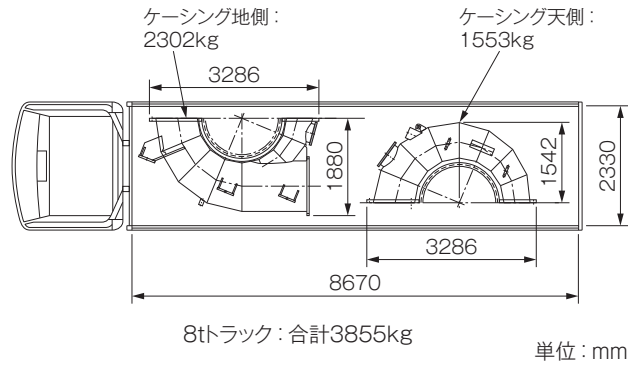
第4図 水圧鉄管形状変更検討図

水車据え付け基礎レベルを建屋制約に合わせた状態で水車取水口と水圧鉄管を取り合うため，漸縮曲管で接続する計画としたが，曲管部の曲がりが大きく水門鉄管基準に合致することができない。



第5図 特殊設計水車ケーシング概要図

水車ケーシングの特殊設計を実施し、水車取水口を水圧鉄管と取り合いできる構造に変更した。水車損失に極力影響が出ない構造とした。



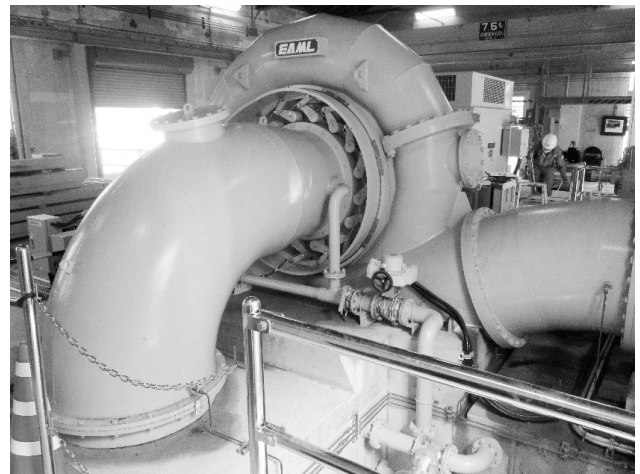
第7図 ケーシング分割による荷姿図

ケーシングを二分割し、8tトラックで搬入できる構造とした。小水力では二分割構造を採用しておらず、当社でも25年ぶりの設計・製作となった。



第6図 建屋搬入口

歴史ある建屋構造のため搬入口改修ができず、既存の開口を利用して搬入する必要があった（幅約2.2m・高さ3.0m）。



第8図 更新完了後の設備

更新後の設備の外観を示す。95年ぶりの更新となり、最新の水車発電設備に更新した。

の変更を最小限に抑え、水車取水口とのレベルを合わせるため、水圧鉄管と水車取込口の間に曲管（漸縮曲管）の設置を検討したが、曲管部が設置できる有効曲管長さが水門鉄管基準に合致できなかった。そこで、水車取り合い部形状には水車損失に極力影響の出ない特殊設計を採用した。第5図に特殊設計水車ケーシングの概要図を示す。本構造は、当社で初めての設計形状である。

3.2 水車搬入口の制約と対策

第6図に既存建屋の搬入口を示す。建築構造物は、その外観を改修することなく施工することが求められ、既存搬入口では水車一体構造による搬入は不可能なため、水車ケーシングを二分割構造とし

た。小形水車では特殊設計であり、当社も25年ぶりの設計・製作であったことから、製缶溶接及び機械加工など、分割面に十分配慮した設計及び製作作業方法を詳細に協議・検討を重ねながら、無事搬入据え付けを実施できた。第7図にケーシング分割荷姿図を、第8図に更新完了後の設備外観を示す。

4 むすび

(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス 旭発電所の既設設備の更新内容を紹介した。

水力発電所の多くは60年以上稼働し、順次更新を迎える。山間部の多い日本では、この水資源が安定的かつ長期的に活用できる再生可能エネルギーであ

る。その一方で、更新では、3R（Reduce・Reuse・Recycle）推進の観点から資源を無駄にしない計画も重要であることから、新設設計とは異なる現地制約に合致した設備設計製作スキルが要求される。当社は、この持続可能なエネルギーを絶やすことないよう、今後も環境への負担が少ない更新計画設計技術を磨いていく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



福原 成規
Seiki Fukuhara
イームル工業(株)
水車設備設計業務に従事



土井 英樹
Hideki Doi
イームル工業(株)
水車設備製造業務に従事



福間 実鶴
Mitsuru Fukuma
イームル工業(株)
水車設備営業業務に従事
