

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-d) アセットマネジメント、戦略的アセットマネジメント、ライフサイクル
・コスト分析

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	: 発電所設備診断/性能評価プロジェクト (Flaming Gorge 水力発電所)
国、地域	: ユタ州、USA
プロジェクトの実施機関	: 米国(内務省)開拓局 (発電所オーナー) MESA 社、HPPi 社、 オークリッジ国立研究所 (プロジェクト評価チーム)
プロジェクトの実施期間	: このプロジェクトは、状態、性能、機会(可能性)各々の評価結果を示したもので、評価により確認された性能向上作業の完了または実施予定はない。
更新と増強の誘因	: (A) 老朽化/故障頻発 (C) 発電機能向上の必要性
キーワード	: 状態評価、性能評価、HAPプロジェクト

要 旨

この事例研究は、Flaming Gorge 水力発電所の状態、性能評価結果を示したものである。評価は、Mesa 社、HPPi 社及びオークリッジ国立研究所の水力専門家、エンジニアチームにより、2012年2月22日に行った現地調査に引き続きとりまとめられた。現地調査の生産性を高めるために事前評価データも集められた。現地での各機器の評価と運転要員からの聞き取り調査は、標準的な開発手法を用いた本格的な HAP 評価手法を完成するために、更なるデータ収集とそれらの検証を可能にした。評価の結果、全体的に Flaming Gorge 発電所は高い信頼水準で良好な状態にあることが分かった。総合的に良好な状態にあるが、いくつかの性能改善の可能性が確認、提言された。

HAP 原計画を元に HAP の評価手法を用いて、さらなる米国水力設備が評価されるだろう。そして、異なる設備、所有形態、地域さらには、全米水力全体におけるアセット状態の特徴や傾向を示すために、また、状態の評点付けをするために、最終的に全ての評価設備からの結果が集約されるだろう。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

ここに示す事例研究は状態性能評価（手法）について説明するもので、Flaming Gorge 水力発電所において、後述する活動と評価により検討されるべき改善の可能性を確認し、更なる調査を保証する増強策があるか、米国エネルギー省および発電所オーナーらの決断をサポートする概算見積額も含んでいる。Flaming Gorge 水力発電所はユタ州北東部のグリーン・リバーに位置する。ダム貯水池は約 47 億 m³ で、1958 年に着工し 1964 年に運用を開始した。発電所は、有効落差 133m で 50.7MW のフランシス水車 3 台（合計出力 152MW）を有している。建設以来、様々な補修、改修等でプロジェクトが強化されている。



図 - 1 Flaming Gorge ダムの位置

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

この事例研究は、完成したプロジェクトではなく、(既設発電所の) 増強の可能性評価を示したものであるから、以下に示す誘因及び具体的なドライバーは、HAP 標準評価手法から得られた勧告に基づいている。

① 状態、性能、リスクの影響度等

(A) - (a) 老朽化/故障頻発 - 効率向上

除塵スクリーンに溜まったごみは小さな問題であるが、定期的な除塵と清掃作業の欠如が見られたのでごみ監視システムの導入が推奨された。長期操業の可能性を確実なものにするため、時代遅れの自動運転システムも更新するよう勧告された。状態監視システムは、まれに発生する事象を把握する限定的なものであることが分かった。老朽化した調速機は、高価な費用とプログラミングの問題も考慮し、デジタル制御の機器に交換することが推奨された。変圧器内での一酸化炭素発生の比率上昇が発見され、これは経年劣化の進行を抑えるためのモニタリングの必要性を示している。ステーター、ローター、電力変圧器(PPT)及び発電機変圧器(GSU)の電氣的接続(部)の劣化および組込み状況を監視するために、巻線抵抗測定が電気試験計画の一部として推奨された。

(A) - (b) 老朽化/故障頻発 - 耐久性、安全性、信頼性向上

満足できる状態と判断できるものの、水圧鉄管の内側は当初からコールタール・エナメル塗装を施してある。もし維持補修が過剰になるようならば、水理特性や信頼性を改善し、耐久性が向上するシリコンあるいはエポキシ系の塗装を検討すべきである。

② 価値(機能)の向上

(C) - (a) 発電機能向上の必要性 - 効率向上、増設、出力・アワー増

効率向上の可能性に取り組むことによって、発電量の増加により発電所の価値も上昇する。環境性能の改善もプロジェクトの価値を上昇させる要素の一つである。

- ③ 市場における必要性
(該当なし)

2.2 経緯

この事例研究は、2012年2月22日に、Mesa社、HPPi社及びオークリッジ国立研究所の水力専門家、エンジニアチームにより実施されたHAP評価の結果を示したものである。現地調査の際に2号機と3号機は運転中であった。1号機は停止していたが、運転中には視察できない一部の機器を直接、点検することができた。HAP評価は、Flaming Gorge発電所における設備や運用上の改善の可能性について確認するために実施したものである。また現地調査により、予備評価情報の検証や最終HAP評価に必要な情報収集が可能となった。

状態評価は機械、電気、土木及び機器制御装置の全ての主要な機器、設備に関して実施された。機械設備の評価対象は水車、调速機、給排水および油圧制御システムに限定した。電気設備の評価対象は発電機ステーター、ローター、励磁装置及び発電機変圧器(GSU)とし、土木構築設備の評価対象は、除塵設備と取水口、水圧管路、漏水と放流に係る設備装置、そしてドラフトゲートとした。機器制御装置の評価では、自動制御システムと主機性能測定に使用する装置を対象とした。状態評価では、全装置と各ユニットにそれぞれ個別にCIとDI評価点を付けた。CIとDI評価点は0から10の範囲で評点が高いほど、それぞれ優れた状態と高い信頼度を意味する。性能評価は、水文学と最適化手法に基づく作動・効率分析法により実施した。

2.3 内容(詳細)

1-d) アセットマネジメント、戦略的アセットマネジメント、ライフサイクル・コスト分析

Flaming Gorge発電所の現地調査がHAP評価の一部として実施された。この評価結果は、異なる設備、所有形態、地域、さらには全米水力全体におけるアセット状態の特徴や傾向を示すため、また、状態の評点付けをするために、最終的に他の設備の評価結果と共に集約される。増強策について、更に調査する価値があるか米国エネルギー省や発電所オーナーらが判断するための概算見積も含んでいる。HAP評価手法により、Flaming Gorge発電所で推奨された改善のための総資本費は約百万ドルである。

2-c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

状態評価の結果、Flaming Gorge発電所の機械設備は高い信頼度で「good」～「excellent」の状態であり、電気設備については、「good」～「very good」の状態、土木構築設備については、ほとんどの設備の評価結果が「good」の状態であることが判明した。除塵設備とドラフトゲートの点検は制約があったことから、結果の信頼度は低い。機器制御装置は、状態評価の結果は高い信頼度で公正な状態であることが分かった。

状態評価の結果に基づく勧告は本書の4項に示す。Flaming Gorge発電所では、機器の最適化と効率向上による発電電力量増加のポテンシャルは、2008-2011年の試算で現在と同じ運用の場合、0.2%と小さかった。同じ期間を対象として、高効率運転を考慮した水運用とした場合には1.4から2.3%の改善が見込まれた。相関分析の結果では、実際の主機性能は期待値よりおよそ1%低く、また、定期的に生じている1号、2号機の効率低下は、除塵装置の詰まりによる可能性があることを示している。

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例要素

- 機器の状態やプラントの性能を完全に記録するため、水力専門家/エンジニアと設備オーナーが協働したこと
- 勧告すべき改善を特定するため、状態と性能評価を実施するための標準的手法を採用したこと

3.2 成功の理由

Flaming Gorge 発電所の HAP 評価の成功は、主として、

- 1) 現地調査に先立って水力専門家/エンジニアによって適切に準備が行われたこと
- 2) 機械装置への適切なアクセスビリティを確保し、設備保全業務の詳細記録の保存し、現地調査中の効果的なコミュニケーションを図ったこと
- 3) 現地調査結果を踏まえたデータと評価点を使った標準的評価手法を使用したことによる。

4. 他地点への適用にあたっての留意点

HAP 評価は完成したプロジェクトではなく、増強の可能性、潜在力を示すものであるから、評価勧告は将来の適用の要点を示すものである。勧告は以下に示す。

- 機械式ガバナーをデジタル式に更新する
- 露出型非絶縁冷却水管の監視
- スターター、電気試験、電力変圧器(PPT)ブリッジ抵抗値測定を計画に含む
- 運転中の部分放電の発生傾向を把握し、固定子巻線の絶縁状態を監視
- 変圧器油中の一酸化炭素濃度の監視と傾向チェック
- 変圧器油中の全酸価の調査と高濃度の補正
- ASTM D877 の代わりに、ASTM D-1816 による変圧器用油の品質誘電試験の実施
- 変圧器の巻線抵抗試験の実施
- 除塵装置監視システムの設置
- 水圧鉄管コールドロール・エナメル塗装に、シリコンまたはエポキシ・ベースを実施。
- 取水口内面の定期点検
- 洪水吐トンネルおよび放水口での必要な全ての補修工事の完了
- 放水口に流量計を設置
- 基礎岩盤からの湧出水の継続監視
- 最新の自動システムへ更新
- 使用性が良い文書保存システム導入
- 改良型状態監視システムの設置

5. その他（モニタリング、事後評価等）

（該当なし）

6. 参考情報

6.1 参考文献

ORNL, Mesa Associates, and HPPi. Flaming Gorge Hydropower Facility: Final Assessment Report, Hydropower Advancement Project, 2012.

6.2 問合せ先

会社名: Oak Ridge National Laboratory

URL: <https://www.ornl.gov/>