

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 : 1-b) 投資支援策

Sub : 2-a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大

プロジェクト名	: Boulder Canyon 水力発電所の近代化
国、地域	: コロラド州、USA
プロジェクトの実施機関	: ボールダー市、コロラド州
プロジェクトの実施期間	: 2010 年 1 月～2012 年 12 月
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	: 水車交換、機器老朽化、歴史建造物の保護

要 旨

この事例は、米国コロラド州の Boulder Canyon 水力発電所で、過大で老朽化した水車発電機を、最適なサイズの効率的な機器に更新する、エネルギー省の補助金を利用した近代化プロジェクトを紹介するものである。1910 年運開以来、使用可能な水量の減少によって、唯一発電が可能な水車は、過大で運転効率も低い。流量の変化に対応すべく、機器は効率の良い 5MW のペルトン水車に交換させられた。近代的な機器が開発される中で、安全性の向上と環境保護を達成すべく多くの改修が行われた。プロジェクトは、米国再生・再投資法の一部を構成するエネルギー省の補助金を活用し、また、歴史的な水力発電設備を残しながら、2012 年 12 月に完成した。

1. プロジェクト地点の概要(改修前)

ここに掲げる事例は、米国エネルギー省、エネルギー効率・再生可能エネルギー部、風力・水力プログラムを通して、再生法（米国再生・再投資法）の補助金を活用した近代化プロジェクトである。

Boulder Canyon 水力発電所は、図-1 に示すように、コロラド州のボールダー・クリーク（ボールダー河）に位置している。既設の発電所（連邦規制委員会 No.1005）は、1910 年に建設され、2001 年コロラド州ボールダー市に買い取られた。2009 年までに 2 台の水車発電機（各 10MW、30 年代と 40 年代に改修された。）は、ほとんど寿命の最後を迎えている。一つは、2000 年以降発電機が使用不能で修理も不可能であり、もう一台は、いつ壊れてもおかしくない状態である。前から存在するペルトン水車発電機は、1 射で、最高効率 82%、最少使用水量 4-5 cfs (0.11 – 0.14 m³/s)である。

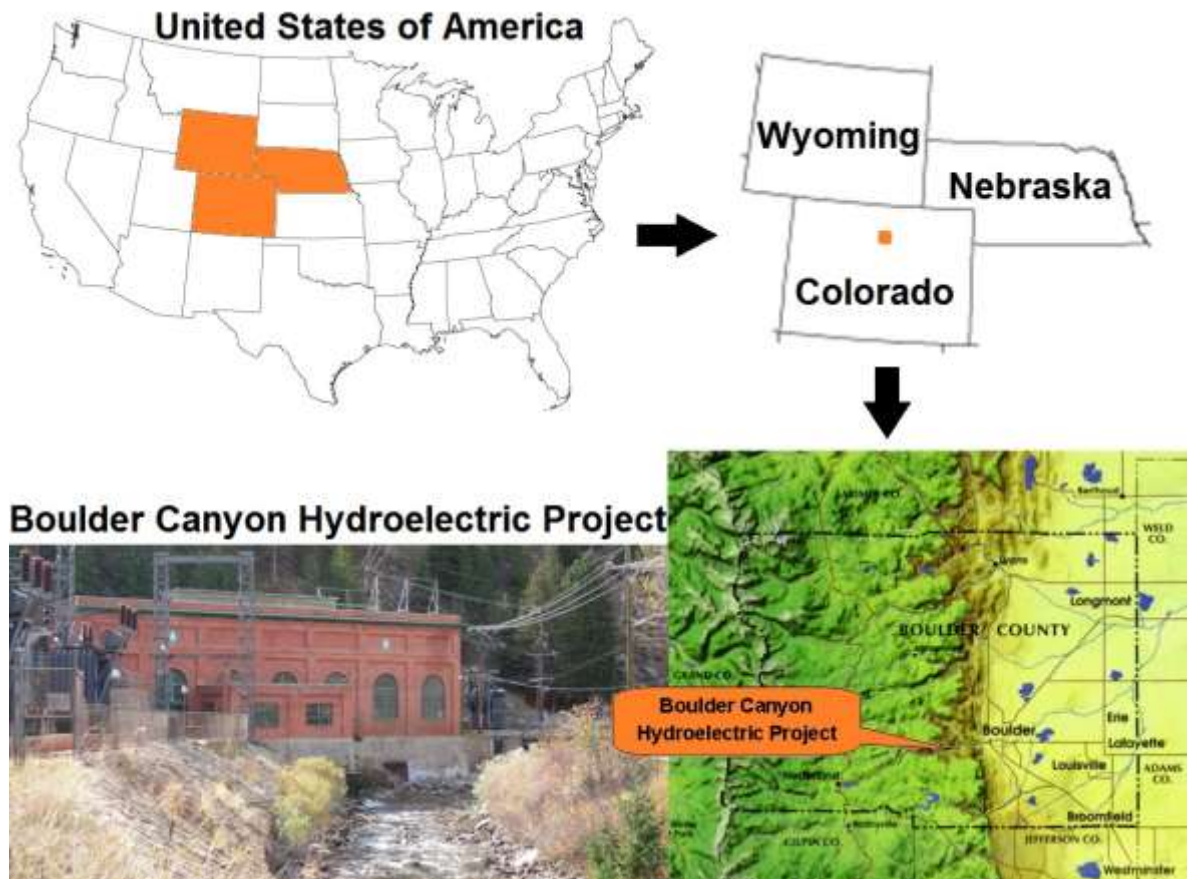


図 - 1 Boulder Canyon 水力発電所の位置

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

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

既設の水車発電機は近代化プロジェクト実施前には既に機能していない状態だった。一台は故障中で、残りの一台は 1936 年製の公称 10MW だが、5 年以内に機能しなくなることが予測されていた。稼働中のユニットは、最高効率 82% の 1 射ペルトン水車で旧式の制御装置であった。更に、発電所流況が建設当時から大きく変化して、過大設備となり効率低下を来した。

(A) - (b) 老朽化/故障頻発 - 耐久性、安全性、信頼性向上

発電所要員は、劣化電線、アスベストも含めた経年劣化が進行する状況下で、安全上の危険に晒されていた。加えて、老朽変圧器の廃棄、落雷防護の設置、古い油圧タンクの撤去が、取りくむべき環境安全上の危険と確認された。

② 価値（機能）の向上

(C) - (a) 発電機能向上の必要性-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り、電力量が増えることを通じて発電所の価値を高めることができる。また、改善された環境性能は、プロジェクトの価値を向上させる一要素でもある。

③ 市場における必要性

(該当なし)

2.2 経緯

January 1, 2010	DOE による補助決定
March 30, 2010	国家環境政策法（NEPA）適合を確認、補助金手続き進行
September 2010	タービン、発電機の調達の入札提示
October 7, 2010	タービン、発電機の入札期限
January 3, 2011	Canyon Industries に機器製造の開始通知が交付
March 7, 2011	DOE と Canyon Industries の第一回ミーティング
March 28, 2011	Canyon Industries の提出資料（第一回目）の承認
April 13, 2011	Canyon Industries からの最終図面の提出
May 13, 2011	Canyon Industries による最初のタービンランナーの鋳造を受領
June 8, 2011	Canyon Industries が 2 番目のタービンランナーの鋳造を受領
October, 2011	Gracon 社と工事契約を締結
November 17, 2011	Gracon 社が作業を開始
December 2011	Gracon 社が機器の解体作業を開始
January 2012	Gracon 社は機器新設のためコンクリートや砂利を取り除いたが、コンクリートは非常に硬く、2012 年 1 月 31 日に市の水供給を止めているベッタソ市の水道管を外し作業を行った。
January 24, 2012	Canyon Industries による機器の組立てが完了
February 17, 2012	Boulder 市への機器搬入
February 2012	コンクリート、岩石の掘削が続けられ、ユニット B タービンの離隔弁の撤去が行われた。掘削は月末に完了し、コンクリートの型枠が組み立てられ始められた。
March 2012	コンクリートの型枠と打設は 1 ヶ月かかった。新しい TIV と Betasso バイパス弁のソール板の固定が完了し、新しい TIV 弁は設置された。Betasso バイパス管は現場搬入後、すぐに設置が開始された。変圧器 A は月末に撤去された。
April 2012	コンクリート工事は機器置場とタービンピットで完了した。Gracon 社はタービンケーシングの据付と発電機の配置を始めた。Virginia Transformer の新たな変圧器は据え付けられた。
May 2012	Gracon 社は巡視路、ヘッドタンク、タービンケーシング、TIV、ノズル、導水管を設置し、発電機の据付を始めた。その開閉器回路は配線され、据付けられた。
June 2012	Gracon 社は発電機、HPU、LPU とステンレス製チューブの設置を完了した。
July 2012	Gracon 社は最後の清掃と手直しを終えた。電気制御装置の下請業者は機器委託のため AECOM 社、Exponential と協働し作業した。
August 2012	最後の電気設備の設置及び試験はユニットの始動を通じた SCADA 社、Canyon Industries と Boulder 市の働きより完了した。

September 14, 2012 Gracon 社による最終の現場確認（実質的にプロジェクト完成）

October 4 2012 プロジェクト竣工式

December 31, 2012 DOE プロジェクトの終了

March 31, 2013 DOE への最終完了報告

September 14, 2014 2 年の保証期間終了

2.3 内 容（詳細）

1-b) 投資支援策

このプロジェクトは、米国エネルギー省の風力・水力プログラムから、再生法の補助金として、プロジェクトの 20.1%に相当する 1,180,000 ドルの補助金を受け取った。（ボールダー）市は、残りの必要なプロジェクト費用を、3%の利子を付して将来の売電収入から返済する条件で、同市のレイクウッド導水管補修準備金から、引き当てることを提案し、2010 年 1 月承認を得た。相当の金銭的な利益に加え、このプロジェクトは当時の市場金利よりは低い 3.0%の金利で融資を受けた。DOE の資金援助プログラムは、既存の非連邦政府水力施設が、ダムなどに著しい改修を加えずに最小の規制遅延で、発電電力量を最大限増加させるための水車と制御技術の普及展開を支援することを目的としている。改善された環境性能、効率、電力量とその品質は、成功プロジェクトの重要な品質項目である。

2-a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大

プロジェクトは 2010 年 1 月に支援が決定したものの、プロジェクト遂行は、長期にわたる入札、設計、機器調達等が完了した 2011 年 11 月まで開始しなかった。新しい機器据え付けに先立って、新入口弁、パイプ類を設置するために、既存の機械装置、コンクリートと基岩の一部が取壊され撤去された。機器の基礎や水車ピット用コンクリート工事および新変圧器据付は 2012 年 4 月に終了した。機器搬入路、圧油タンク類、水車ケーシング、ガードバルブ、ノズル、配管類、発電機と配開装置類がすべて 2012 年 5 月に設置された。発電機、HPU（油圧装置）、LPU（潤滑油装置）、それに、関連するステンレス配管が 6 月に据え付けられ、引き続き、配管洗浄および機器立ち上げ試験が実施された。最終点検（walk-through）が 2012 年 9 月 14 日に行われ、同年 10 月 4 日に竣工式が行われた。図-2 は、水車ランナ据付状況を示す。



図 - 2 新しいタービンの設置

プロジェクト実施中の重要な決定に、水車/発電機の 6MW から 5MW へ規模を縮小したこと、Unit B に代えて Unit A を交換したことが挙げられる。将来の水量増加条件から 6MW の可能性も議論したが、ピーク流量のタイミングは水需要のピークと一致すること、すなわち、発電で使用（可能な）水量はその時期 5MW を上回ることはないということが分かった。Unit B に代えて Unit A を交換することは、コンクリート撤去量の削減、迂回配管や配電線の単純化、停止期間の短縮、それに調整や運転の簡素化と多くのメリットがある。

結論として、

- 1)ほとんど新品に近い水車により発電電力量が増加し効率が向上した。
- 2)新しい電線の敷設とアスベストの除去により、運転要員と機器の安全が増大した。
- 3)1940 年代の 2 台の油冷式変圧器を小型変圧器へ、また、配開装置を取替えることにより環境保護が増大した。
- 4)機器と配管を損傷から保護するために水車ガードバルブの遠方制御機器全てを改修した。
- 5)歴史的なエンジニアリング情報を州と地元のアーカイブに保管した。
- 6)雇用の創出と保証を通して景気回復が支援された。

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例要素

- 有望な水力性能改善プロジェクトに対する連邦政府による資金支援
- およそ 100 年を経過している経年機器の新技术による機器との交換

3.2 成功の理由

Boulder Canyon 改修プロジェクトの成功は、主として、

- 1) 緊急に改善する必要がある水力プロジェクトを特定したことと、
- 2) 効率を最大化し投資コストを縮減するために、小さな水車発電機を設置したことである。

4. 他地点への適用にあたっての留意点

米国再生法の補助金による水力増強計画の成功は、有望な再エネプロジェクトの確認と援助において連邦政府による資金援助が有効な支援となることを示している。信頼できる再エネ資源を獲得するためのこの協力は、さまざまな政府レベルで映されるかもしれないひとつの成功モデルを示している。

5. その他（モニタリング、事後評価等）

新しい 5MW の水車発電機は、以前の 10MW よりかなり小規模だが、使用可能な流量に合わせて運転できる。このことは旧機が過大で非効率的だったことを意味する。新旧を比較すると、年間発電電力量で 37% は増加する。ほとんど壊れており残りの運転寿命は 5 年以下と言われていた旧機に比べ 1200% 以上もの高い運転寿命を有する。

6. 参考情報

6.1 参考文献

- 1) City of Boulder, Colorado. Final Technical Report – Modernization of the Boulder Canyon Hydroelectric Project, 2013
- 2) DOE (Department of Energy), “Recovery Act: Hydroelectric Facility modernization Project,” presented at Water Power Peer Review, February 2014.

6.2 問合せ先

会社名: Oak Ridge National Laboratory

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