

インライン型発電水車の開発と、そのフィールド試験

The development and field test of In-line hydro-turbine

小泉 明 藤原 正弘 ○服部 正也 前田 勝弘
(東京都立大学) (水道技術研究センター) (株式会社クボタ) (株式会社クボタ)

高橋 晃裕 村上 秀夫 宮内 直
(株式会社クボタ) (株式会社クボタ) (株式会社クボタ)

Akira Koizumi, Masahiro Fujiwara, Masaya Hattori, Katsuhiko Maeda
Tokyo Metropolitan, Japan Water Reseach Center, Kubota Corporation, Kubota Corporation,
University,
Akihiro Takahashi, Hideo Murakami, Sunao Miyauchi
Kubota Corporation, Kubota Corporation, Kubota Corporation,

Abstract

This study is a part of EPOCH project (Effective water use in Pipeline Operation Considering High Power) led by the Japan Water Research Center. A small-scale hydropower system, which aims to use the waste of energy usefully, is the most practical in another natural energy generation systems such as wind power and solar power. But that system has some problems, these are the cost, the need for the large space.

We, KUBOTA Corporation, developed the in-line hydro-turbine to apply the technology of the pump, the reverse running pump turbine, and the hydro-turbine, that is compact, simple structure, and easy insertion among the pipeline.

The in-line hydro-turbine that we made is running to the field test at the Syowa water purification plant in Saitama pref. at Feb.21 in 2003 and operation conditions are as follows.

- 1) This system generates 280000kWh and reduces carbon dioxide by 206ton from Feb.21, 2003 to Mar.31, 2004.
- 2) Generation of electricity is on target.
- 3) This system does not make water pollution.

Keywords: water pipeline, small-scale hydropower, electric power, carbon dioxide, natural energy

1. はじめに

本研究は Epoch プロジェクトの一環で行っている研究である。Epoch プロジェクトは、厚生労働省の厚生労働科学研究費補助金を中核に、企業 14 社からの共同研究費により、産官学での共同研究にて平成 14 年から 3 年計画で行われている。正式名称は、「水資源の有効活用に資するシステムの構築に関する研究(愛称: Epoch プロジェクト)」であり、その中では未利用エネルギーの利用方法の研究も行われている。

未利用エネルギーの中でも小水力発電は、技術面で最も実用的であること等により注目されているが、水道管路への導入は経済性及び設置スペース等により、採用が難しい場合が多かった。弊社はこれまで培ってきたポンプやポンプ逆転水車、水車の技術を応用して、コンパクトでシンプルな構造で管路途中に容易に設置できるインライン型発電水車を開発した。本稿では、埼玉県企業局の御協力を得て庄和浄水場内で実施しているフィールド試験の中間の結果を中心に報告する。

2. フィールド試験設備

2-1. 設置場所

PCタンク（送水調整池：貯水量3万m³）は、非常時に供給する飲料水を配水管から分岐して貯留しており、水質維持のためにFig.1の様にRC浄水池との間で常時、水を循環させている。このとき本PCタンクの流入側には、遠距離圧送分の送水圧力がかかることで発生する20mAq程度の余剰圧力のための減圧弁が設けられている。そこでこの余剰圧力を利用して水車を駆動させ、未利用エネルギーを回収する事にした。

設置場所写真をFig.2に示す。φ2000の送水本管から分岐したφ250の管路途中に減圧弁が設置されており、この減圧弁と並列に水車を設置した。

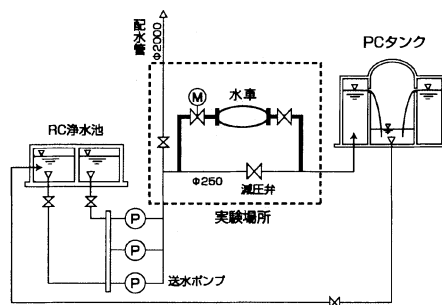


Fig. 1 系統

2-2. 設備構成

(1) インライン型発電水車

仕様：13m³/min×20m×1010min⁻¹×35kW

呼径：φ250mm 全長：1440mm

重量：1250kg

(2) 発電機盤

(3) 水質測定ユニット

測定項目 ①水温 ②pH ③濁度 ④残留塩素

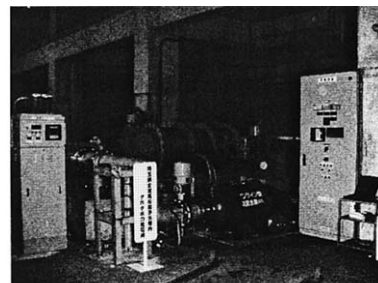


Fig. 2 設置場所写真

3. インライン型発電水車

3-1. 全体構造

フィールド試験で用いる水車はFig.3のように、発電機、ガイドベーン、羽根車（ランナ）から構成される。既設の配管設備に容易に設置できるように下記の特長を有している。

- (1) 口径はφ300~600mm程度。
- (2) 斜流羽根車により、30m程度の高落差にも対応可能。
- (3) 出入口の軸線が一致しており、既設管路途中への据付が容易。
- (4) 軸封部と軸受部の間にドレン室を設ける構造とした。
- (5) 自己水潤滑方式のメカニカルシールを使用している。

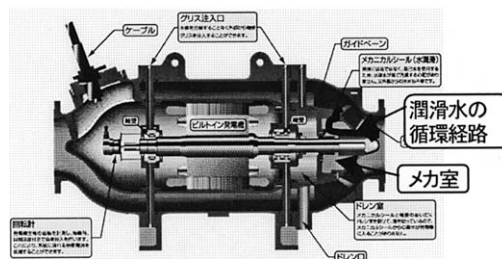


Fig. 3 概略構造図

4. 羽根車とガイドベーン的设计

上述のように斜流水車を採用しており、羽根車はFig.4のような8枚羽根である。比較的高落差での設計のため羽根車への負荷が大きい。また、ガイドベーンも同様の理由、さらに渦巻室がないため、負荷が大きくなる。

そこで適切な流れ場を与えて羽根車形状を設計する新設計手法（逆解法）を用いた。本設計手法では、幾つかの負荷パラメータ（ハブとシュラウド、各4ヶ）により、

- ① ガイドベーン出口の適切な旋回速度分布
- ② ガイドベーンや羽根車内で、局所的に急激な増減速のない滑らかな相対速度変化
- ③ 羽根車出口で旋回速度をほぼ回収



Fig. 4 羽根車

等を確実にコントロールできる。よって、遠心型から軸流型近くまでの広範囲にわたる仕様の設計が可能である。さらに剥離や渦の発生を抑制して、エネルギーを有効に回収できるので、発電効率が高く、また騒音を小さくすることができる。

5. フィールド試験結果

5-1. 水車運転状況

フィールド試験により、下記が確認できた。引き続き、試験を続行している。

- (1) 水車の直前では若干の流量変動・圧力変動があるが、水車はそれに追従した発電を行い、未利用エネルギーを回収している。(Fig. 5)
- (2) 発電された電気は既存設備に影響を与えることなく、場内の負荷へ送られている。

5-2. 水質

水車上流の濁度はほぼ0だが、水車の通過後も濁度や残留塩素濃度等の水質の変化はほとんどない(Fig. 5)。これにより、水車が水質に与える影響はほとんどないことが確認できた。

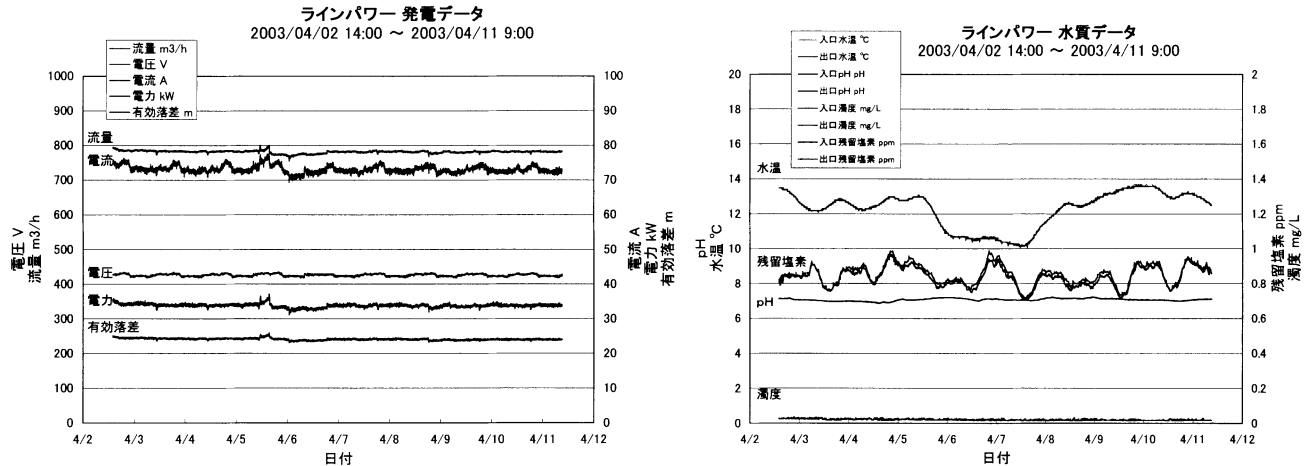


Fig. 5 定常運転時データ (4月2日~11日)

5-3. 経済・環境効果(発生電力)

監視モニターで記録したフィールド試験データを使って、これまでのフィールド試験期間中の発生電力量の集計を行い、その経済・環境効果を検証している。

- (1) 平成15年2月21日から平成16年3月31日までの1年強の期間では、累計約28万kWhの発電を行い、CO₂削減効果は約206トであった。
- (2) 平均発電電力は29.1kWであり、ほぼ設計点での運転となっている。これは一般家庭約58軒分の消費電力に相当する。

6. あとがき

埼玉県庄和浄水場にインライン型発電水車を設置し、水道設備適用時の経済・環境効果等を実証するため、平成15年2月21日からフィールド試験運転を開始した。本フィールド試験は報道や見学会を通じて、全国の事業者だけでなく顧客(水道利用者)にも認知され始めており、水道設備における未利用エネルギーの有効利用の啓蒙・普及の一助となったと思われる。

なお本実証試験にあたり、ご指導を頂いた水道技術研究センターとEpochプロジェクト委員の方々、またフィールド試験の機会と場所を提供頂いた埼玉県企業局と庄和浄水場の関係者の方々に、厚く御礼を申し上げます。