

宮城県における小水力発電所の稼働実態と効果検証

Operating Condition and Effect Verification of Small Hydroelectric Power Plant in Miyagi Prefecture

○菅野 将央* 四戸 涼則* 瀬ヶ沼 安寿* 青木 幹**
 (SUGANO Masahisa) (SHINOHE Suzunori) (SEGANUMA Anju) (AOKI Tsuyoshi)

1. はじめに

再生可能エネルギーが社会的な注目を集めるなか、農業水利施設を活用した小水力発電施設が各地で導入されている。発電事業は、売電収入による施設維持管理費の軽減、または地域電力の供給源として期待が高まっている。宮城県農林水産部は、農業水利施設を活用した小水力発電の導入に向け、設置可能性調査を進めている。県内でのさらなる普及・啓発のため、県が事業主体となり、農林水産省補助事業「地域用水環境整備事業」と平成23年4月から導入した「みやぎ環境税」を活用し、仙台市から北に約50kmの大崎市古川に位置する国営土地改良事業「大崎西部地区」第1号幹線水路内に、県営事業として初の「内川（うちかわ）地区小水力発電所」を整備した。

本稿では、低落差の開水路式小水力発電施設の事例を報告するものである。

2. 内川地区小水力発電所の概要

「大崎西部地区」（昭和62年度着工，平成17年度完工）は江合川を水源とし，取水口の大堰頭首工から内川（うちかわ）を流下し，4,621haの農地にかんがいている。内川は，藩政時代以前から築造され，当時の面影を残しつつ現代に受け継がれている。上流部は国営事業と県営事業の共同事業により，景観に配慮した自然石積二面張水路に改修され，その景観と歴史から疏水百選にも選定されている。

小水力発電所は，大堰頭首工から約8km下流のコンクリートフリーム部の落差工，地域の呼称である「内川」の名称を頂き，「内川地区小水力発電所」として整備した（写真-1）。

本施設は，立軸クロスフロー水車と呼ばれるタイプの垂直2軸型で，必要水量がオリフィス孔を通りタービンに導水され，余剰分は水車上を通過する（図-1）。この水車は，①既存施設の改変が小さくて済み，②低落差でも発電が可能であり，③塵芥に対して高い耐久性があることから選定された。塵芥による発電量の低下を避けるため，水車上流部にスクリーンを設置した。発電機の諸元は表-1の通りである。



写真-1 稼働状況

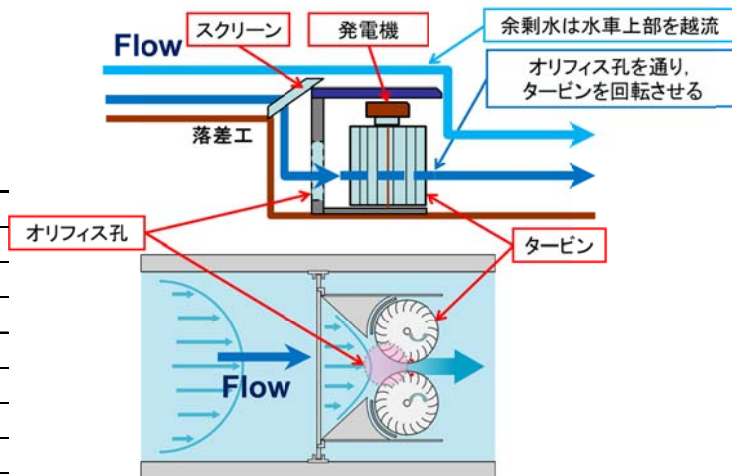


図-1 水車模式図

表-1 水車諸元

有効落差	1.1 m
使用水量(最大)	2.19 m ³ /s
使用水量(常時)	0.65 m ³ /s
最大出力	5.5 kw
最大理論水力	17.2 kw
年間可能発電量	34,000 kwh
水車型式	開水路式立軸クロスフロー水車
建設事業費	27,000千円
従属元水利使用	国営大崎地区かんがい用水

3. 稼働実績

平成 27 年 4 月 7 日から稼働並びに売電を開始したが、平成 27 年 9 月 11 日発生関東・東北豪雨災害において、水路内の急激な水位上昇により発電機が水没し、以降の稼働は不可能となった。本施設は土地改良施設として位置づけられているため、県単独費による災害復旧事業にて復旧した。

稼働実績は、表-2の通りである。運転開始月の4月実績を除いた発電量の月平均は2,311kwh、売電額は84,860円であった。設計発電量の月平均値は2,833Kwh、売電額104,040円であり、設計値に対して約81%の発電量であった。

土地改良区の協力のもと、4月から塵芥除去と清掃の作業量調査を行い、調査結果をもとに労務費用算定を行った。算定式は、【作業時間(分/月)×普通作業員の県単価16,400円/人・日】とし、算定結果は表-3のとおりである。稼働開始の4月と災害が発生した9月を除いた月毎の平均は、17,083円/月となり、年間の労務費用は204,996円と算定した。

4. 考察

平成 28 年 2 月 22 日公表「平成 28 年度調達価格および調達期間に関する意見」（経済産業省資源エネルギー庁）によると、出力 200kw 未満の運転維持費の平均値は 5.1 万円/kw/年、中央値は 3.1 万円/Kw/年である。本施設の出力は 5.5kw であるから、前項で算出した年経費を用いると、本施設の維持管理コストは 3.7 万円/kw/年となる。平均値を下回り、中央値をやや上回る値となったが、水準の分散が大きいと、維持管理費の妥当性に対する評価は判断しがたい。月毎の塵芥除去作業の頻度に注目すると、特にかんがい期の 6～7 月が高く、2～3 日に 1 回現地作業をしていた。今後は管理者の負担軽減のため、目標値を 5～7 日に 1 回程度までに設定し、スクリーンの形状の改修等の塵芥対策を検討し、作業頻度の改善を図っていききたい。

発電量は設計値を下回る結果となったが、稼働時間が短く、塵芥等の外部環境にも影響されるため、今回の算定値は参考値に留める。今後は、10 月以降の落葉による塵芥流下量や非かんがい期の流下状況を観察し、算定値の精査を行っていく必要がある。

本施設は堰上げにより水位差（落差）を確保するタイプのため、バックウォーターの影響が大きく、降雨等による水路内の急激な水位上昇への対応が難しい。発電機の防水機能向上と迅速な回避のために発電機の吊上げ用チェンブロックの電動化を検討中である。

最大出力が 10kw 程度の発電施設の設計では、①維持管理コストの抑制、②水位上昇に適応した水車タイプ選定および危機回避システムの検討、③流量観測と並行して塵芥流下量の把握が重要となる。また、場合により、予算等の許容範囲内で、セカンドオピニオンのような照査設計を実施した方がよい。

5. おわりに

宮城県は、低平地のため低落差の水路が多く、農業水利施設での発電出力は小さくなる傾向にある。本施設は災害時の対応を含め、設計並びに河川協議をはじめとした各機関との協議および申請、稼働後の維持管理において多くの知見や課題を得ることができた。これらは、後続する地区の参考となり、出力 10kw 前後のマイクロ発電の設計における貴重なサンプルとなった。現在のところ本施設は、モデル事業として一定の役割を果たしていると考えられる。

これまで、効果検証作業において、多大なる協力をいただいた大崎土地改良区をはじめとする関係団体の皆さまに対し、ここに記して心より深く御礼申し上げます。

参考文献：1) 経済産業省 資源エネルギー庁：「ハイドロバレー計画ガイドブック（2005.3）」

2) 経済産業省 調達価格等算定委員会：「平成28年度調達価格および調達機関に関する意見（2016.2.22）」

3) 四戸涼則、菅野将央、高橋ちなみ他：「小水力発電施設における除塵対策の取り組み事例、農業農村工学会東北支部第57回研究発表会要旨集、p83-86」

表-2 稼働実績

年月	発電量 (kwh)	売電額 (円)	備考
平成27年 4月	182	6,683	4月7日運転開始
平成27年 5月	1,404	51,554	
平成27年 6月	2,707	99,401	
平成27年 7月	2,925	107,406	
平成27年 8月	2,409	88,458	
平成27年 9月	2,110	77,479	9.11 関東・東北豪雨災害
計	11,737	430,981	

※売電単価:34円/kwh 税込36.72円/kwh

表-3 塵芥除去に係る労務費算定

年月	作業回数 (回)	作業時間 (分/月)	作業労務費 (円)	備考
平成27年 4月	3	120	4,100	4月7日運転開始
平成27年 5月	8	320	10,933	
平成27年 6月	13	520	17,767	
平成27年 7月	14	560	19,133	
平成27年 8月	8	600	20,500	
平成27年 9月	—	—	—	9.11 関東・東北豪雨災害
計	46		72,433	

※宮城県労務単価 普通作業員 16,400円/人・8hr