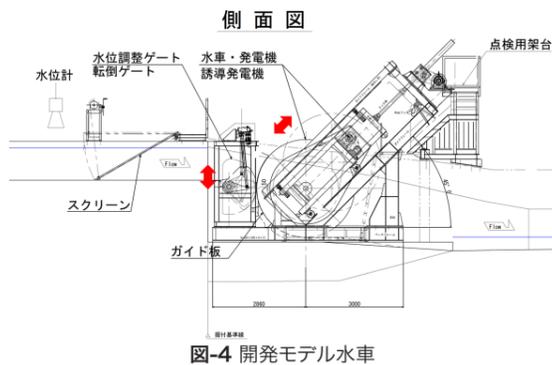




バイパス水路に水車を設置し発電する場合は、導水や制水のための取水堰、取水口・取水ゲート、流入調整ゲート、余水吐、吐口工等を計画する必要があり、マイクロ水力の場合、全体工事費に対する機械設備費、土木設備費用の占める割合が大きくなる要因となっている。このような課題に対して、機械・土木設備工事費を減らし、初期コストを抑制するため、昇降機能を設けて、水車を用水路に直接設置可能な構造とすることにより、バイパス水路を省略することを提案し、同条件に適応可能な水車形式を選定した。小流量・低落差地点での設置が一般的である開放型水車形式の内、下掛式水車は発電用水が水車下側へ導水されるため、昇降機能の設置により、出水時や維持管理時は水車が上昇し、用水流下に阻害しない構造とすることが可能であり、当該用水路への適合性が高い。また構造が単純な開放型水車であることから、昇降時において維持管理が容易に行えるため、維持管理の簡素化が可能である。

異物巻き込みの際は、水位検知により水車が上昇する。水車とガイド板との離隔を早期に確保し、通水の支障とならないように、水車は45度上方に昇降させるものとした。(図-4)



(2) 売電収益の最大化

効率的な発電設備とするため、以降について改良を行い、設備利用率の向上を図った。

a) 昇降機能活用による効率の良い水車の設計

昇降機能の追加は、コスト増加の要因となる。このトレードオフ回避のため、さらなる工夫を行った。設備の削減、コストカットは削り代がないので、事業収支を良くするためには、設備利用率の高い水車を開発する必要がある。そこで、通水障害回避のための昇降機能を活用し、水量の変動に対応して水車位置が変化できる構造とした。

水量増加時は、水車を上昇させ、余剰の水を水車の下に逃がすことで、水車規模の最適化が図れ、効率が低い状態で発電が可能である。(図-5)

b) 落差の確保

更なる工夫として、水位調整ゲートを水車上流に設置し、流量が変化しても調整ゲートが変動して上流側水位を一定に保つことにより、流量が少ない場合でも落差を確保し、出力の低下を抑制できる構造とした。こうした工夫の結果、代掻期水量を最大使用水量とする場合の設備利用率が36%であったのに対し、水車を最適規模とし、流量変動に対応可能な構造とした場合の設備利用率は56%まで向上し、年間発電量は代掻期並を確保した。このように、流況に応じて水車規模を最適化できることが、この水車形式の特筆すべき点と考える。

水力発電方式	発電形式：水路式 発電方式：流れ込み式
出力	認可最大出力：30.2kW 想定年間発電電力量：148MWh
水量	最大使用水量：4.3m <sup>3</sup> /s
落差	有効落差：2.2m

表-1 発電施設諸元

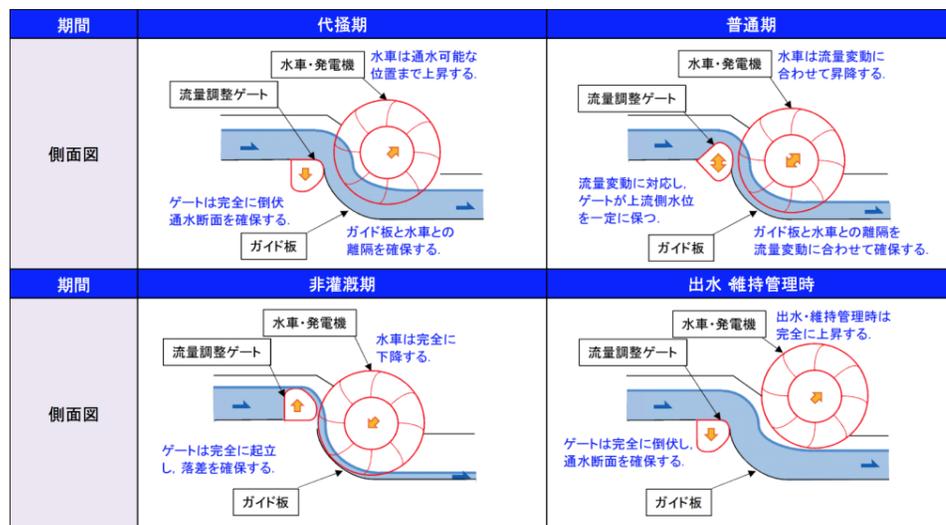


図-5 流量変動に対応した水車制御



写真-1 実験施設と開発水車

水路に直接据付が可能な発電設備を開発したことにより、一般的な螺旋式水車と比べて、初期導入コストの大幅な削減を達成することができた。(図-6)

流量変動に対応した構造により、売電収益が確保され事業収支の改善に大きく寄与した。また、小規模設備であるため維持管理費が抑制され、税制的優遇より、自社開発した平沢川発電所と比べると、1kW当たりの支出構成は大きく改善する。(図-7)

今回、常西用水土地改良区の管理用水路で水車開発を行い、同改良区の単独事業でこれを導入した。

開発費を考慮すると高くなるが、建設コストは120万/kW程度であり(土木費除く)、今回の発電出力30.2kW規模の場合の工事費は36百万となる。土地改良区が同ケースの発電事業をFIT適用により単独で実施した場合の利払前・償却前・税引後利益は、72百万円、NPV(正味現在価値)23.6百万円、IRR(内部収益率)7.3%、単純回収年12年である。(表-2)

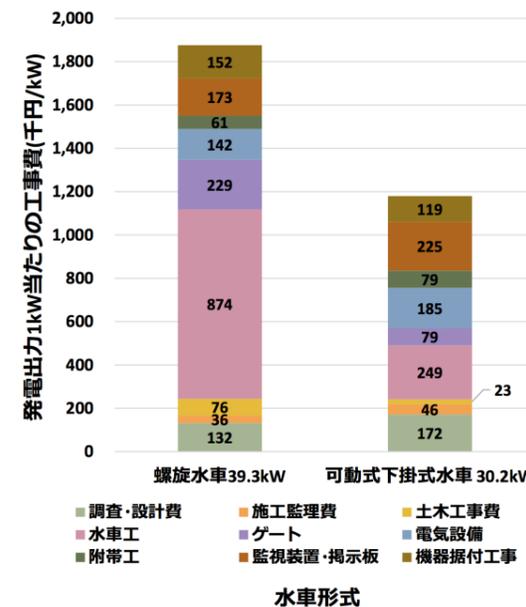


図-6 従来型発電システムとのコスト比較

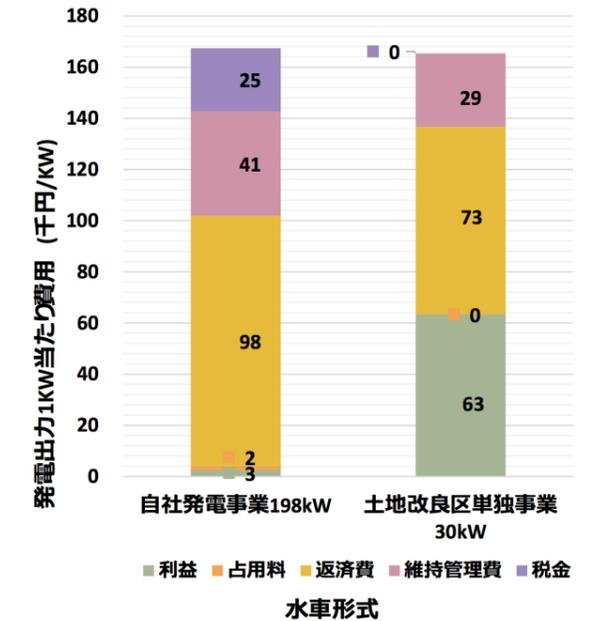


図-7 自社事業と土改単独事業との支出構成比較

項目	自社発電事業	土地改良区単独事業
最大出力(kW)	198.0	30.2
年間発電量(MWh)	977	148
売電収入(百万円)	33	5
建設工事費(百万円)	284.0	38.4
1kWhあたり建設単価(円/kWh)	316	260
設備利用率(%)	56	56
投資回収年(年)	17	12

表-2 自社事業と土改単独事業諸元

5 まとめ

水車の創意工夫により、初期コスト抑制と売電収益の最大化を図ることにより、用水路の小規模落差を利用した従属発電の場合でも事業採算性が見込めるモデルを開発することが出来た。

今後は、部材の低規格化、シリーズ化、小型化等により、製造コストをより低減し、収益性を高めて、適用範囲拡大を進めたい。独立行政法人国際協力機構(JICA)の中小企業海外展開支援事業～案件化調査～に水車製作企業とコラボで応募し、本業務で開発した水車をベースに、インドネシアの発達した灌漑用水路への適用を目指している。(用水路対応型小水力発電システム導入による電力不足解消を目指す案件化調査)国内展開以上に海外展開では、コスト抑制のプレッシャーがあり、ハードルは高いが中国や韓国製の水車が席巻するインドネシア国内で、コスト抑制を含め、ビジネスモデルや資金調達などのトータルサービスにおいて優位に展開できるように工夫につとめたいと考えている。