

水の有効活用 マイクロ水力発電装置

Hydro-e KIDS™

Effective Utilization of Water Hydro-e KIDS™ Micro-Hydroelectric Generating Equipment

篠原 朗

SHINOHARA Akira

小田桐 成人

ODAGIRI Naruhito

坂梨 泰

SAKANASHI Yasushi

東芝は、地球温暖化防止と環境保全に応えるとともに、土木・建築費負担の軽減、発電装置の標準・合理化による発電機器費の低減、設備維持・管理費の低減、及び安心して利用できる発電装置を前提として、マイクロ水力発電装置 Hydro-e KIDS™ を製品化した。

また、従来の小規模水力発電装置の市場は、上下水道、農業用水、工業用水、河川維持放流など、小規模水力としては比較的大きな水エネルギーを持ち、発電出力が大きい場所での事業用発電装置としての設置であったが、昨今は、自然エネルギーの活用による環境保全への寄与やエネルギー経費節約手段として、工場排水、水利用設備(各種冷却器の冷却水など)、更に小流量規模への設置を検討している一般企業も見受けられるようになってきた。当社は、このような市場ニーズに応える簡易型マイクロ水力発電装置 Hydro-e KIDS™ SS 型も開発した。

Toshiba has developed the Hydro-e KIDS™ micro-hydroelectric generating equipment based on the concepts of reduced construction costs, reduced generating equipment costs by standardization, reduced operation and maintenance costs, and more reliable and safer facilities, taking global warming and environmental conservation into consideration. This small-scale hydroelectric generating equipment is suitable for use with water supply and sewerage systems, irrigation, water for industrial use, responsible discharge from dams, and so on.

For utilization of small-volume water discharge, industrial users are studying the utilization of discharges from factories and water treatment facilities (e.g., various types of cooling equipment) in order to contribute to environmental conservation and promote energy saving by using renewable energy. Toshiba has recently developed a new type of Hydro-e KIDS™ (SS Type) to expand the range of applications in response to these market needs.

1 まえがき

水力発電装置は、再生可能な自然エネルギーを活用して発電できる手段の一つであり、環境保全のための観点から注目されている。

東芝は、これに対応すべく、環境に優しい水力発電設備として、合理化や価値向上を目的にエネルギーの有効活用、設備の簡素化、運用、保守の省力化など、世界に通用する技術開発に積極的に取り組んでいる。

当社は、これまで見過ごされていた、水を使用していないながら発電には利用していない事業者にも適用してもらえる、マイクロ水力発電装置 Hydro-e KIDS™ を開発、実用化した。この装置は従来の水力発電設備のように、設置地点条件(流量、落差)に合わせて設計、製作する製品ではなく、より広い範囲に適用できる標準発電装置である。

国内外を含め様々な企業、自治体、あるいは個人からの問合せ内容や要求事項を見ると、小規模水力発電に対する市場の要求は多種多様化してきている。

2 低落差ユニット型マイクロ水力発電装置 Hydro-e KIDS™

2.1 Hydro-e KIDS™ 開発の狙い

自然エネルギー(再生可能エネルギー)利用の必要性を受けて、未利用の小水力エネルギーを回収するために、Hydro-e KIDS™ は次の点を狙いとしている。

- (1) 未利用低落差エネルギーの回収
- (2) 装置の標準化及び合理化による機器費低減
- (3) 土木及び建築費の負担を軽減
- (4) 設備の維持・管理費の低減

Hydro-e KIDS™ の仕様を表1に示す。

Hydro-e KIDS™ シリーズは、パイプイン方式、メンテナンス部品の汎用標準品採用、水車上部への発電機搭載によるベルト伝達方式を基本的なコンセプトとして開発した。

2.2 Hydro-e KIDS™ の特長

Hydro-e KIDS™ の主な特長は次のとおりである。

2.2.1 基本装置の構成 発電装置は、プロペラ水車、誘導発電機又は同期発電機、及び電気工作物(既存の所内

表1. Hydro-e KIDS™基本仕様

Specifications of Hydro-e KIDS™

項目	内容	
発電装置出力	S型	5 ~ 25 kW
	M型	5 ~ 100 kW
	L型	10 ~ 200 kW
水車	形式	横軸プロペラ水車
発電機	形式	横軸三相交流誘導発電機 又は横軸三相交流同期発電機
	保護	防滴保護型
	電圧	200V(誘導機 45kW以上は400/440V)
	周波数	50又は60Hz

回路,配電線,送電線)に接続するための発電機盤などから構成されている。

2.2.2 標準ユニット水車による広い適用範囲 図1の水車選定図に示すように,落差2~15m,出力5~200kWの範囲を3種類の標準ユニット水車で対応することを可能にしている。

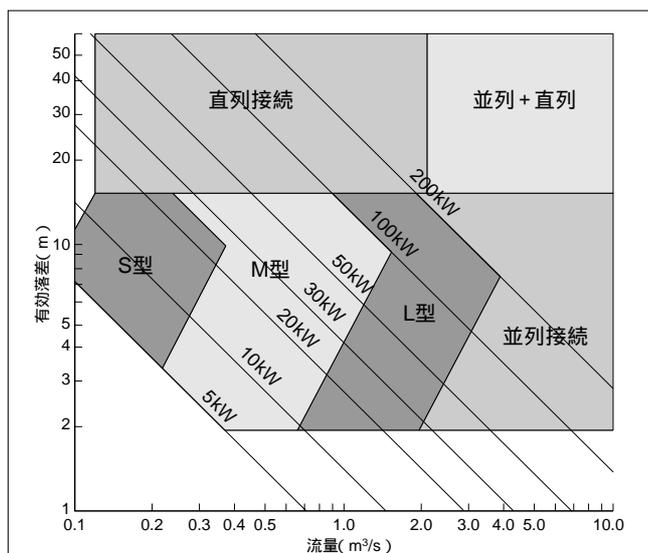
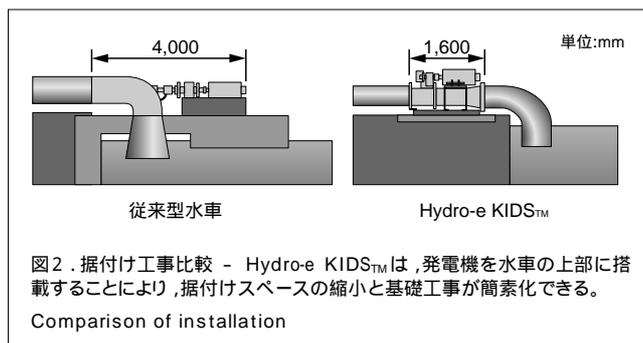


図1. Hydro-e KIDS™の水車選定図 - 3種類の標準ユニット水車で,落差2~15m,流量0.1~3m³/sの地点に適用され,直列・並列配列により適用範囲を拡大できる。

Application of Hydro-e KIDS™

また,設置地点の有効落差あるいは流量のどちらかが標準ユニット水車の適用範囲を超える場合は,ユニット水車を“直列”あるいは“並列”に組み合わせて使用することができるため,同一形状,同一寸法の水車の適用範囲を大幅に広げている。

2.2.3 簡単な据付け工事(土木,建屋工事) 図2は従来型水車とHydro-e KIDS™の据付け工事を比較したものである。Hydro-e KIDS™は,発電機を水車の上部に搭載す



る立体配置としているため,必要とする設置スペースが少なく従来のような大がかりな建屋を必要とせず,容易なプレハブ小屋で覆うことが可能となり,また,基礎工事は水車部分のみで据付けできるため付帯土木工事が簡素化できる。

図3は,水車の流路をほぼ直管構造(パイプライン構造)とし,導水管や排水管とフランジで接続する方式を採用する例を示したものである。これにより,土木工事をしないで設置が可能である。

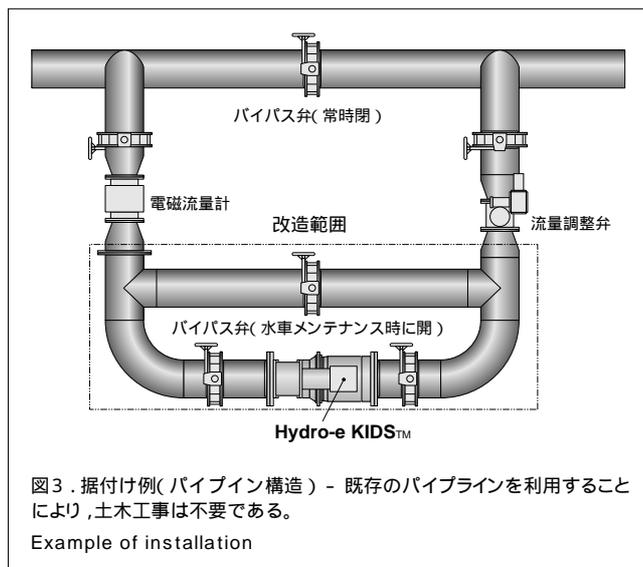


図3. 据付け例(パイプライン構造) - 既存のパイプラインを利用することにより,土木工事は不要である。

Example of installation

3 直列配置設置例

Hydro-e KIDS™ 2台をインドネシアのオレジョ多目的ダムに納入し,完成した設置例について述べる(図4)。

Hydro-e KIDS™は,実際に利用する有効落差や水量に応じて複数の標準ユニット機器を直列あるいは並列に配置し,水のエネルギーを最大限に活用できるようにしている。オレジョ向けHydro-e KIDS™は直列配置の適用第1号機である。

このダム向けHydro-e KIDS™は,エネルギーとして利用されていない水資源として,ダムからの責任放流の水を発電に利用し,ダム設備の安定電源確保を目指すものである。電



図4 . 直列 Hydro-e KIDS™ M型 - インドネシアのオルジヨダムに納入した2台直列方式による設置例を示す。2台の水車で有効落差を分担し高落差対応している。

Cascade arrangement of Hydro-e KIDS™ M Type

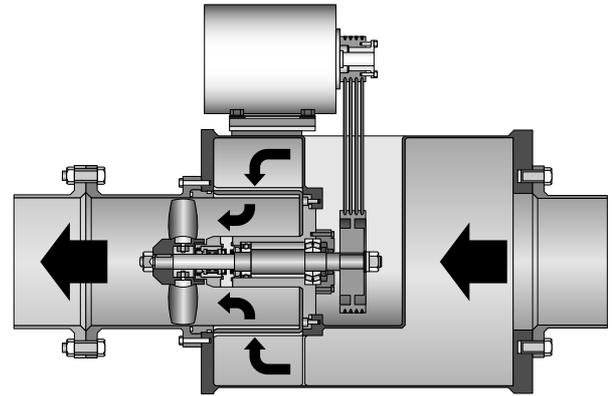


図5 . Hydro-e KIDS™ SS型の構造 - ガイドベーンを省略した円筒型ケーシングを採用し、水車構造を簡素化している。

Outline of Hydro-e KIDS™ SS Type

気はダム管理所に使うほか、余剰電力はインドネシア電力公社(PLN)に売電することも計画されている。

マイクロ水車への取水をする放流口は、有効落差が34 ~ 64 mあるが、減圧弁を設けるとともに、Hydro-e KIDS™のM型(出力: 100 kW, 落差: 15 m)を2台直列に配置することにより、2台のマイクロ水車がそれぞれ15 mずつの落差を分担、流量0.95 m³/sで、合計出力200 kWの発電を行うようにした。

直列配置にした場合の落差分担の均等性や、1台が機器故障した場合に起こりうる1台無拘束運転・1台定常運転状態での落差分担などを工場モデル試験で検証し、現地試験においても良好な結果を確認している。

既存のゲートや堰(せき)などの設備を利用して水力発電ができる Hydro-e KIDS™は、ダムなどの大規模な土木工事も不要であり、また、温室効果ガスも出さないクリーンエネルギーであることから、インドネシアのみならず世界の未電化地域での需要の加速が見込まれる。

4 簡易型マイクロ水力発電装置 Hydro-e KIDS™ SS型

マイクロ水車市場への対応として、シリーズ化されたS, M, L型に加えて、更に小流量・小容量側への適用を狙ったSS型を開発した。

シリーズ化したS, M及びL型のマイクロ水車と同じ構造で、流量に応じたより小さなマイクロ水車を開発することは技術的には可能である。しかしながら、これまでと同様な構造のマイクロ水車では、出力に見合った経済性が得られないことが多い。

また、これまでのユーザーである電力会社や公営発電事業体のみならず、その他の事業者や一般企業といった、これ

までに発電事業の経験がない事業者がマイクロ水力発電に携わることも多いと考えられる。

このような背景から、Hydro-e KIDS™の基本設計概念を変更せずに、簡素化による低コストと、メンテナンス性を極力損なわないことを前提として開発を行った(図5)。

水車流路を形成するケーシングについては、流体解析の結果、圧力損失が大きくないことが確認されたため、標準パイプを使用した管胴型ケーシングを採用した。

従来、流量調整機能として用いられていたガイドベーンについては、一定流量地点への適用が主であるとしてこれを省略し、円筒型ポートからランナへ流入する構造とした。また、ガイドベーンの持つ整流効果の代用としてケーシング内に仕切り板を設け、ランナ入口旋回流を確保している。

発電機については、系統連系する場合には誘導発電機を使用した系統同期運転とし、単独電源として使用する場合には汎用オルタネータを使用した変速度運転とすることにより、ガバナレスとした簡易発電システムの構築を可能とした(表2)。

表2 . Hydro-e KIDS™ SS型の仕様

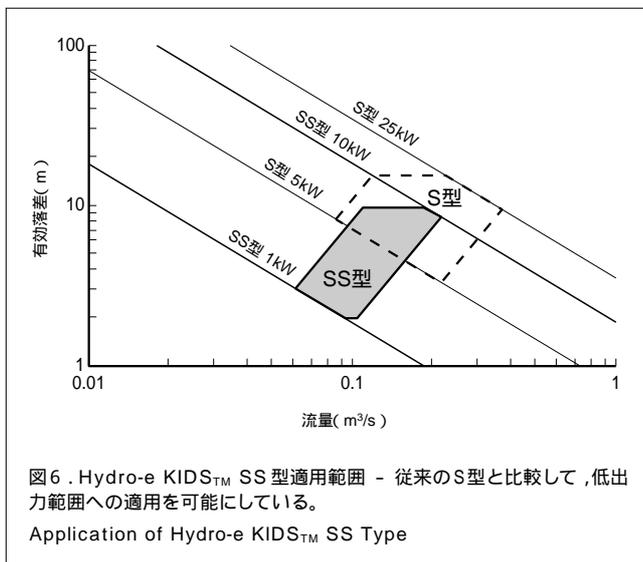
Specifications of Hydro-e KIDS™ SS Type

項目	内容
流量	0.06 ~ 0.2 m ³ /s
有効落差	2 ~ 10 m
装置出力	1 ~ 10 kW
寸法	880(長さ) X 530(幅) X 800(高さ) mm
接続フランジ	JIS 5K-250A
質量	約 300 kg
水車	横軸プロペラ水車 ・管胴ケーシング ・ガイドベーンレス ・固定ランナベーン
発電機	誘導発電機(系統連系用) オルタネータ(単独電源用)

従来のシリーズでは、単独運転の場合はダミーロードガバナを使用した定速度運転であるが、AVR(自動電圧調整)機能を標準装備している汎用オルタネータを使用し、流量、落差、負荷に応じた回転速度で運転することによりガバナレスシステムとしているものである。

このような簡易型水車・簡易型システムの構築により、従来のS型と比較して出力性能では約10%低下するものの、コスト面では約1/2(系統連系型従来比)~1/3(単独電源型従来比)に低減させている。

図6のHydro-e KIDS™ SS型適用範囲に示すように、これまでのS型と比較して流量、有効落差ともに小規模化を実現したことで適用範囲が拡大するとともに、従来高止まりしていた低出力機におけるkW当たりのコストを低減させることが可能となった。



5 あとがき

現代社会ではエネルギーが不可欠であり、その多くを化石資源に依存している。現在、これらにより排出される二酸化炭素などの温室効果ガスの抑制への取組みが盛んになっており、国内では“新エネ特措法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)”が施行されることとな

った。この法案では、電気事業者に対して販売電力量に応じてある一定割合の新エネルギーの利用が義務づけられ、中小水力は今回新たに新エネルギーとして位置づけされている。国内においては、特に電力会社や公営発電事業者などで既存ダムの中流維持放流での活用が進むと考えられる。また、電力自由化により、地方自治体や一般企業で農業用水、工業用水、工場廃水を利用した小水力発電の導入が活発化され、電気事業者への売電も積極的に進むと考えられる。

海外においてはアジアを中心とした発展途上国地域で、地域電化促進用の小規模分散電源として今後も活用が期待される。

従来のHydro-e KIDS™のラインアップにSS型を加えたことにより、市場ニーズに合った製品化の実現ができた。Hydro-e KIDS™の活用が更に広がると期待している。

文献

- (1) 駒井常郎,ほか. 低落差ユニット形マイクロ水力発電装置. ターボ機械. 2002, 3, p.20 - 26.
- (2) 駒井常郎,ほか. 地球温暖化と環境破壊問題にこたえる小規模水力発電装置 Hydro-e KIDS™. 東芝レビュー. 56, 8, 2001, p.15 - 18.
- (3) 篠原 朗. マイクロ水力発電システム. OHM. 9, 2001, p.41 - 46.



篠原 朗 SHINOHARA Akira

電力・社会システム社 火力・水力事業部 水カプラント技術部主幹。水力発電プラントのエンジニアリング業務に従事。日本機械学会, 電気学会会員。
Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.



小田桐 成人 ODAGIRI Naruhito

東芝エンジニアリング(株) エコシステム事業推進部 マイクロ風水力技術担当主任。小規模水力発電装置の設計業務に従事。
Toshiba Engineering Corp.



坂梨 泰 SAKANASHI Yasushi

東芝エンジニアリング(株) 事業開発統括部 電力営業部主任。電力プラントの営業業務に従事。
Toshiba Engineering Corp.