

P11 砂防施設による小規模水力発電に関する一考察

大日本コンサルタント株式会社

西村 聡、平野 裕之、○美作 知弘、篠崎 嗣浩、石黒 充

1. はじめに

現在、さまざまな環境問題の解決が課題とされている中で、環境への負荷が少ないクリーンエネルギーが注目されている。一方砂防事業は、急峻な地形・豊富な水量を有する地域で行われており、それゆえ異常降雨時には、大災害となることが多い。しかし、視点を変えると、砂防堰堤(施設)の持つ「水量」「落差」といった条件は、新たなクリーンエネルギーにもなりうる可能性を秘めている。よって本稿では、以上の認識に基づき、既設の砂防堰堤(施設)を利用した小規模水力発電の現状と課題及び、その対応・可能性について検討を行った。

2. 砂防堰堤を利用した小規模水力発電の現状と課題

2.1. 現状

砂防堰堤を利用した小規模水力発電の事例を、下記の表にまとめた。なお、不明な箇所は未記入とした。

表-1 砂防堰堤を利用した小規模発電の事例

施設	水車方式	出力 kw	流量 m ³ /s	落差 ^{※1} m	発電施設 の管理者	完成年度	使用方法
A	ペルトン	1.5	0.1	3.5	個人	不明	養魚場の電源
B	フランシス	10.0	0.25	4.5	個人	50年ほど前	家電一切
C	水中タービン	98.0	—	10.0	市町村	1993頃	レジャー施設の電源
D	ペルトン	20.0	0.1	42.0	市町村	2001	山小屋の電源
E	プロペラ	6.0	0.1	10.5	市町村	2001	—
F	—	49.0	0.21	—	県企業局	1985	—
G	—	2830.0	6.0	15.8	県電力局	1956	電力会社への売電
H	—	3300.0	45.0	—	県企業局	1988	—

※1 「落差」は発電を行う場所での水位差とする。

2.2. 課題

小規模水力発電の特徴としては、①構造がシンプルでコンパクトである ②小さな流量と落差で発電可能 ③クリーンエネルギーである 等が挙げられる。これらの特徴にもかかわらず、普及しなかった理由として「土砂による水車のプロペラの摩耗や安定した電力の確保といった技術的な問題や需要」「法的な問題」「アロケーションの問題」等、様々な問題が存在したためであると考えられる。今後、これらの問題点を踏まえ、小規模水力発電を整備していくための課題は、表-2のとおりである。

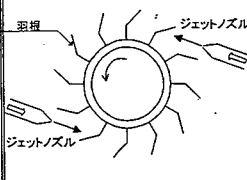
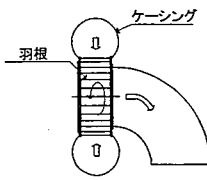
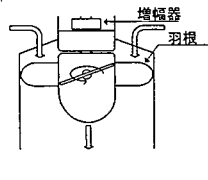
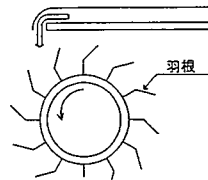
表-2 小規模水力発電を整備するための課題

問題項目		課題
技術的課題	流入土砂への対応	・発電機のプロペラの摩耗対策が必要。 ・土砂の流入を防ぐため、スクリーン・沈砂池等を用いた対策が必要。
	取水方法	・施設や河川の状況によって、間接的に取水するか、直接取水するかを検討が必要。
	電力量の維持	・安定した電力を確保するため、一定の水量の確保が必要。
法的課題	電気事業法	・H11年度の法律改正より10kw未満であれば、届出不要。 ・10kw以上は電気主任技術者設置義務・保安設備内容届出が必要。
	河川法	・取水の際には、許可申請が必要。 ・河川敷地内に工作物を作る際も、許可申請が必要。

3. 水車の検討

小規模水力発電の検討を行う際には、取水方法・土砂の分離方法・水車の選定・発電機の選定等、多くの検討が必要となるが、砂防堰堤を利用し発電を行う際に、発電量が最も左右される水車の選定について以下にまとめた。なお、使用する水車の主な種類として「ペルトン」「フランシス」「水中タービン」「上掛け水車」について、表-3のとおり比較検討を行った。

表-3 各水車の比較

		ペルトン水車	フランシス水車	水中タービン	上掛け水車
水車の構造					
		ジェットノズルから噴射する水流を羽根に当て、回転させる。	ケーシングから羽根に全周方向から主軸に向かって直角に流入させ、羽根に水を当てる。	羽根の軸方向へ水が通過する際、羽根を回転させ、タービンによって増幅させる。	管路から直接流下する水を羽根に当て、水車を回転させる。水車の直径が有効高となる。
機能		高落差・低流量向き。流量が変化しても効率が安定していて使用しやすい。	中落差・中流量向き。使用水量が少ない段階では効率の変化が大きい。	低落差・中流量向き。洪水時の水没の心配が不要。小さな据付けスペースで、現場調整が容易。	低落差・低中流量向き。回転軸の中に発電機があるため効率は100%に近い。
有効落差		40~300 m	8~200 m	2~30 m	—
使用流量		0.1~2.0 m ³ /s	0.1~15.0 m ³ /s	0.15~10.0 m ³ /s	0.1~10.0 m ³ /s
土砂の影響		大。土砂と水の分離対策が必要。	大。土砂と水の分離対策が必要。	小。	小。
発 電 量 (kw)					
有効落差	5.0m	—	—	2(0.06) ~ 180(5.0)	10程度(2.0)
	10.0m	—	1(0.01) ~ 400(6.0)	7(0.1) ~ 350(5.0)	—
	14.5m	~ 2(0.02)	1(0.01) ~ 1000(10.0)	15(0.15) ~ 500(5.0)	—
	20.0m	~ 5(0.04)	3(0.02) ~ 2000(15.0)	30(0.2) ~ 700(5.0)	—
	30.0m	~ 20(0.1)	5(0.03) ~ 3500(18.0)	—	—
	50.0m	~ 150(0.4)	20(0.06) ~ 4500(12.0)	—	—

注) ()内の数値は流量(m³/s)を表す。また、発電量が未記入の箇所でも発電は可能。但し、効率は下がる。

4. 考察

砂防堰堤(施設)での小規模水力発電において、以下の事がわかった。

- ・ 砂防堰堤(施設)において小規模水力発電を行うには、取水や土砂と水の分離等の技術的課題や、法的課題等について対応していく必要がある。
- ・ 発電量は、水車型式によって異なるため、現地の地形状況・流量・落差等を考慮し、最適な水車の選定を行う必要がある。

5. おわりに

- ・ 今回は水車の構造を中心に検討を行ったが、今後は経済性・施工性・需要等も考慮した最適な水車の選定や、取水方法、土砂の分離方法などについても検討を行う。
- ・ また、小規模水力発電の様々な試みが実施される事により、データの蓄積を行い、より効率的、効果的な砂防施設を利用した小規模水力発電が可能となる。