

5. 詳細調査-3（上堰幹線用水路／河東町 八田 字漆沢）

簡易調査において選定した上堰幹線用水路（河東町 八田 字漆沢）について詳細調査を行い、その結果を基に基本事項の検討、構造物の概略設計、評価を行った。



上堰幹線用水路
（河東町 八田 字漆沢）

5.1 基本事項の検討

(1) 使用可能水量

日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
4	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
5	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
6	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
7	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
8	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
9	0.50	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
10	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
11	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
12	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
13	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
14	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
15	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
16	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
17	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
18	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
19	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
20	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
21	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
22	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
23	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
24	0.50	2.62	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
25	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
26	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
27	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
28	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
29	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-	0.50
30	0.50	2.28	2.28	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-	0.50
31	-	2.28	-	2.28	2.28	-	0.50	-	0.50	0.50	-	0.50
合計	15.00	59.76	68.40	70.68	70.68	50.60	15.50	15.00	15.50	15.50	14.00	15.50
平均	0.50	1.93	2.28	2.28	2.28	1.69	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
総平均	1.17											

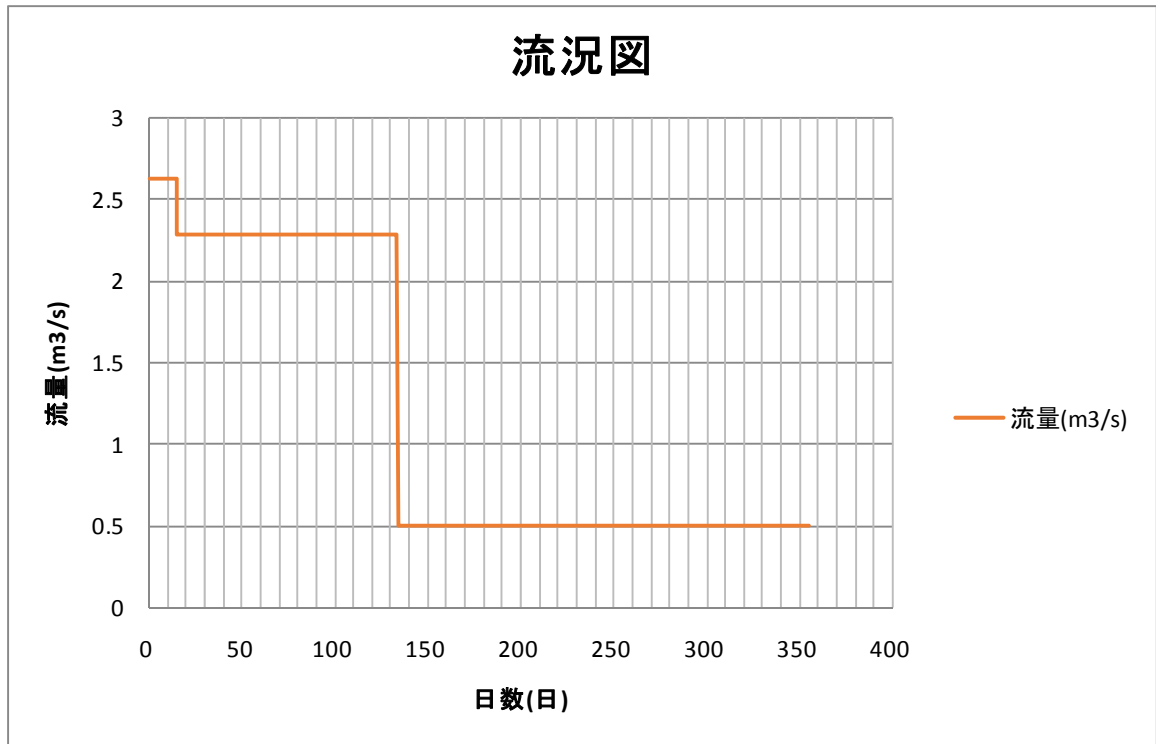
流況検討(m³/s)

Q(m ³ /s)	日数(日)	継続日数				
		355日	275日	185日	95日	35日
0.50	231	221	141	51		
2.28	119	119	119	119	80	20
2.62	15	15	15	15	15	15
計	365	355	275	185	95	35
判定流量		Q>=0.5	Q>=0.5	Q>=0.5	Q>=2.28	Q>=2.28

取水地点における流況表

		Q(m ³ /s)	日数(日)
最少水量	1年中の最も少ない流量	0.50	231
渇水量	1年を通じて355日間はこの流量より下がらない流量	0.50	355
低水量	1年を通じて275日間はこの流量より下がらない流量	0.50	275
平水量	1年を通じて185日間はこの流量より下がらない流量	0.50	185
豊水量	1年を通じて95日間はこの流量より下がらない流量	2.28	95
35日流量	1年を通じて35日間はこの流量より下がらない流量	2.28	35
最大流量	1年中の最も多い流量	2.62	15
計			

最大流量			最小流量			
15日	35日	95日	185日	275日	355日	365日
2.62	2.28	2.28	0.50	0.50	0.50	0.50



設備利用率、最大使用水量

i	流況値		日数		使用可能		流量設備		
	A	B	C	D	量	G	使用率		
	A _i	A _i -A _(i-1)	$\frac{A_i+A_{(i-1)}}{2}$	B × C	$\sum_{i=1}^n D_i$	A _i × 365	E/G		
	(m³/s)	(m³/s)	(日)	(m³/s・日)	(m³/s)	(m³/s)	(%)		
1	Q ₃₆₅	0.50	0.50	365	182.50	182.50	182.50	100.0%	最小水量
2	Q ₃₅₅	0.50	0.00	360	0.00	182.50	182.50	100.0%	
3	Q ₂₇₅	0.50	0.00	315	0.00	182.50	182.50	100.0%	
4	Q ₁₈₅	0.50	0.00	230	0.00	182.50	182.50	100.0%	
5	Q ₉₅	2.28	1.78	140	249.20	431.70	832.20	51.9%	最大水量
6	Q ₃₅	2.28	0.00	65	0.00	431.70	832.20	51.9%	
7	Q ₁	2.62	0.34	18	6.12	437.82	956.30	45.8%	

一般的には設備利用率 H=45%~60% の範囲の流況値から最大、常時使用水量を選定するが、今回は、Q₃₅₅を常時使用水量、Q₃₅を最大使用水量と設定する。

最大使用水量 Q_{max} = Q₃₅ 2.28 (m³/s)
 常時使用水量 Q_f = Q₃₅₅ 0.50 (m³/s)

(2) 有効落差

総落差(H)

位置	水路敷高	落差H(m)	摘要
上流水面			
		1.91	1.58
落差下水面			

最大使用水量時の損失落差(H_{Lmax})

① 導水路による損失落差

導水勾配(‰)	1
水路延長L1(m)	0.0
損失落差①(m)	0.00

② 取水口、沈砂池、水路流入・流出口合計損失落差

損失落差②(m) 固定(0.05)

③ 水圧管路の損失落差

水圧管延長L2(m)	0.0
損失落差③(m)	0.00

④ 放水路の損失落差

導水勾配(‰)	1
水路延長L3(m)	0.0
損失落差④(m)	0.00

⑤ その他、水車入口のハルブ等のロス

損失落差⑤(m)

H_{Lmax}=①+②+③+④+⑤= (m)

常時使用水量時の損失落差(H_{Lf})

$$HLf = (L2/200 + 0.6) \times (Q_f/Q_{max}) + L3/1000$$

$$\doteq \text{ (m) }$$

上記より、

最大使用水量時の有効落差(H_{emax})

H_{emax} = H - H_{Lmax} = (m)

常時使用水量時の有効落差(H_{ef})

H_{ef} = 総落差 - ① - ② - H_{Lf} = (m)

(3) 水車形式

本地点の有効落差は2m以下であり、小水力発電の中でも特に低落差となる。現在市販化されている水車で2m以下の落差に対応できるタイプは限られており、ここでは、国内で多くの実績をもつ縦軸クロスフロー水車と縦軸プロペラ水車（低落差タイプ）の2タイプを検討した。

最大有効落差 $He \approx$	1.9 (m)	最大使用水量 \approx	2.28 (m ³ /s)
常時有効落差 $He \approx$	1.7 (m)	常時使用水量 \approx	0.50 (m ³ /s)

A) 縦軸クロスフロー水車

縦軸クロスフローには、開水路での発電を目指し開発された小水力発電装置で、一軸型と二軸型がある。低落差若しくは流水路でも集水板で水路を堰き止め、落差を作り出し発電する構造である。構造はシンプルで、二軸型の方が一軸型に比べゴミにも強いとされる。今回は、「二軸型」について、検討する。二軸型水車は、水量によっては、一軸のランナーを停止させ、片側一軸での運転も可能であり、オリフィスの開度調整も可能である。

運転状況(例)写真



設置状況(例)写真



〔有効落差〕

- ・取水位は、最大値が集水板天端となる。上流水位が集水板天端となった場合、有効落差は大きくなる。
- ・越流すると、水車を通過する水量が減る為、日々のフラップゲートやガイドベーン調整により、上流水位が集水板天端になるように調整する。
- ・放水位は、下流水位がランナーセンター高のいずれか標高が高い方となる。

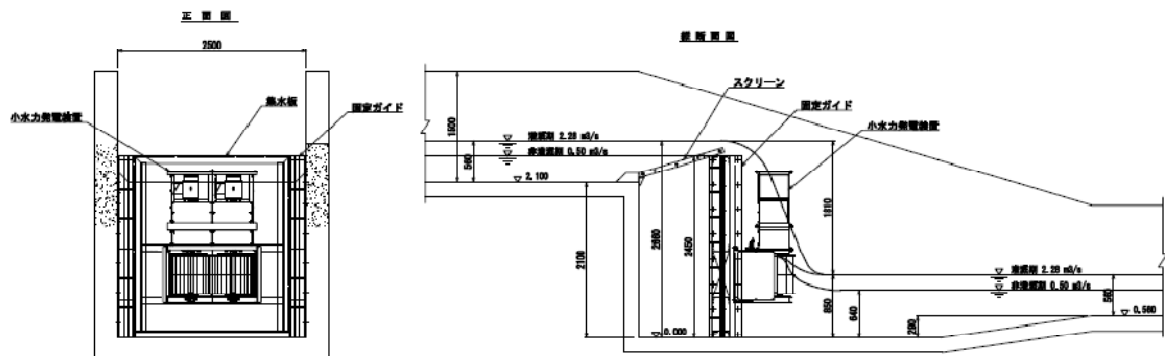
よって下図のとおり、縦軸クロスフロー水車(二軸型)では、有効落差は以下のとおりとなる。

最大有効落差 $He \approx$	1.81 (m)
常時有効落差 $He \approx$	1.49 (m)

〔使用水量〕

最大使用水量は、水路最大流量2.28(m³/s)から越流流量0.727(m³/s)を控除したものを計上する

最大使用水量 \approx	1.553 (m ³ /s)
常時使用水量 \approx	0.50 (m ³ /s)



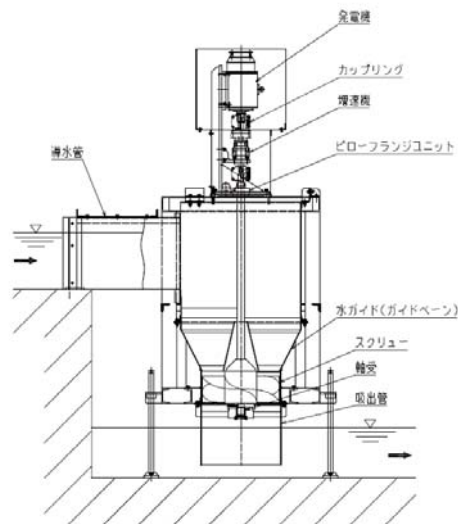
B) 縦軸プロペラ水車

縦軸プロペラ水車は、「低水量・低落差」の農業用水路等での発電を目指し開発された小水力発電装置で、らせん状の羽形を持ち、羽形のプロペラに水のエネルギーを効率良く電気エネルギーに変換可能とされる。

構造はシンプルで、ゴミにも強いとされる。タイプとして、低落差型、水路吊下げ型、高落差型がある。

本稿では、単独の落差工を対象とした「低落差型」について、検討する。

低落差型概要図



低落差型設置(例)写真



〔流況〕

最大有効落差 $He \doteq 1.5$ (m) 最大使用水量 $\doteq 2.28$ (m³/s)

常時有効落差 $He \doteq 1.3$ (m) 常時使用水量 $\doteq 0.5$ (m³/s)

〔検討流況〕

メーカーヒアリングから、常時使用水量と最大使用水量の倍率が、4.56倍と大き過ぎるため、適切な効率範囲に合わせるため最大使用水量を1.0(m³/s)として検討することとした。余剰水は取水部の両脇から越流させる。

最大有効落差 $He \doteq 1.5$ (m) 最大使用水量 $\doteq 1.0$ (m³/s)

常時有効落差 $He \doteq 1.3$ 常時使用水量 $\doteq 0.5$ (m³/s)