
第4章 総合検討 内目次

第4章	総合検討.....	4-1
4.1.	検討における仮定条件.....	4-2
4.1.1.	流量.....	4-2
4.1.2.	発電期間.....	4-6
4.1.3.	水位.....	4-6
4.1.4.	工事費.....	4-6
4.2.	今後必要な調査・設計・協議等.....	4-7
4.2.1.	調査.....	4-7
4.2.2.	設計.....	4-9
4.2.3.	経済評価.....	4-10
4.2.4.	関連協議・手続き.....	4-11
4.2.5.	基本設計、実施設計の作業項目.....	4-18

第4章 総合検討

龍門滝地区において、実測測量データ及び関連資料を整理し、①発電使用可能流量及び②有効落差を算出した。算定した流量と水位、そして現場条件を考慮して、適用可能な水車形式の選定を実施した。選定された水車形式に関して、施設規模の検討、発電電力量の算定、概算事業費を算出して、ハイドロバレー計画ガイドブック等に記載されている指標を用いて経済性の検討を行った。

前章に示す経済性評価結果より、本地区で選定した3つの水車形式全てにおいて国（農林水産省）が設定している目安となる建設費単価の指標及び投資効率のそれぞれにおいて基準を満たす結果ではなかった。しかしながら、経済性が最も良くなったクロスフロー水車では20年間の売電による収益が約14,000千円となり一年当たりに換算すると約700千円の収益が発電所設置によって生まれると試算された。この値は、木田土地改良区に開取りを行った土地改良区全体の維持管理費（＝3,410千円）の1/5程度に相当し、土地改良区の維持管理費軽減に繋がる可能性がある。また、クロスフロー水車において補助率65%の場合には、20年後の水車機器費用を見込んだ場合でも、その後の20年間で収益を生み出すことができる事が確認できた。

一方で発電施設の導入に当たり精査が必要な箇所もあるため、本章では検討時に仮定条件として設定した項目について以降に抽出した。また、今後の基本設計及び実施設計に向けて必要な検討項目も取り纏めた。

4.1. 検討における仮定条件

本業務において用いた主な仮定条件を以降に取り纏める。今後の実施に向けての課題であり、以下の項目については更なる詳細な検討が必要となる。

4.1.1. 流量

本業務では高井田用水路下流側の全幅堰における実測の越流水深より水理計算で算出した流量 $Q=0.16\text{m}^3/\text{s}$ と設定した。

なお、本業務ではこの地点に自記水位計を設置して平成28年2月15日～同3月16日までの約1ヵ月間、越流水深を連続して計測した。計測された水深を水理計算（計算手法は後述）により流量に換算した結果、この期間において $0.16\text{m}^3/\text{s}$ を超過した日は約5日間であった。ただし、水位計設置地点（越流堰）の上流右岸側には分水工があり、その分水工ゲートを開けて分水している事が確認された。発電計画地点はこの越流堰及び分水工の上流側であるため、今回計測された流量以上の水が流れている事になる。今回設定し発電使用流量の検証のためにも、今後はより正確な流量を計測するためにも発電地点付近で流況が安定しており、かつ分水の影響がない箇所を選定して流量調査を行い、発電使用流量について精査する事が必要となる。

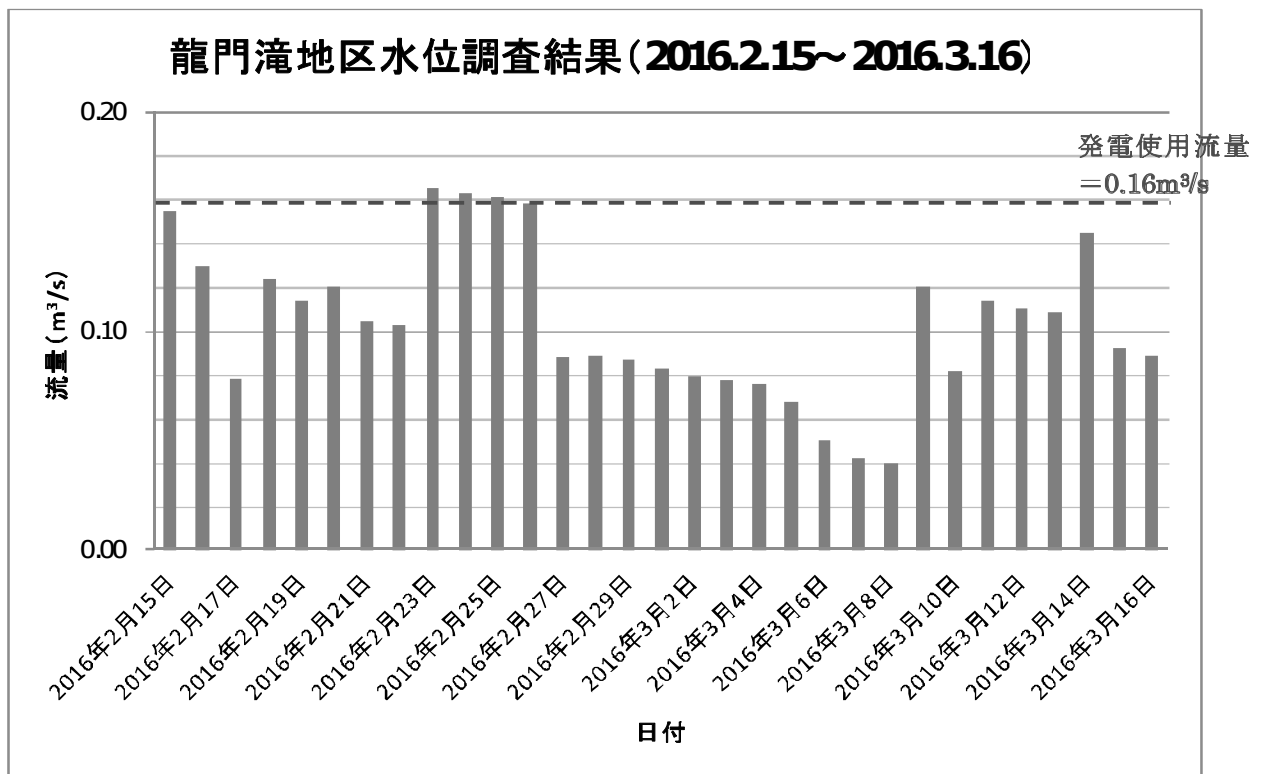


図 4.1-1 龍門滝地区高井田用水路 連続水位（流量）調査結果



図 4.1-2 龍門滝地区高井田用水路 転倒ゲート



図 4.1-3 龍門滝地区高井田用水路 水位計調査地点

表 4.1-1 龍門滝地区高井田用水路 連続水位調査結果一覧

時刻 観測日	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	日平均 水位 m	日平均 越流水深 m	流量 係数	流量 m ³ /s	
2016/2/14	0.62	0.61	0.62	0.62	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.08	0.14	0.14	0.13	0.15	0.13	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14				
2016/2/15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.12	0.13	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14			0.155
2016/2/16	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.63	0.63	0.63	0.63	0.62	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.14	0.14		0.130
2016/2/17	0.65	0.65	0.65	0.65	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70	0.71	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.09	0.09	1.853	0.079
2016/2/18	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.13	0.13	1.858	0.124
2016/2/19	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.12	0.12	1.857	0.115
2016/2/20	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.18	0.16	0.16	0.12	0.06	0.09	0.09	0.07	0.07	0.09	0.07	0.07	0.08	0.09	0.08	0.11	0.11		0.121
2016/2/21	0.09	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.70	0.72	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.11	0.11	1.856	0.105
2016/2/22	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.71	0.11	0.11	1.855	0.103
2016/2/23	0.16	0.14	0.16	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.13	0.14	0.13	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14		0.166
2016/2/24	0.15	0.14	0.15	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.15	0.15	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14	0.16	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14		0.163
2016/2/25	0.14	0.14	0.13	0.13	0.15	0.13	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.13	0.15	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14		0.161
2016/2/26	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14		0.159
2016/2/27	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.14	0.13	0.15	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.10	0.10	1.854	0.088
2016/2/28	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.10	0.10	1.854	0.089
2016/2/29	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.70	0.70	0.70	0.69	0.70	0.69	0.70	0.10	0.10	1.854	0.087
2016/3/1	0.70	0.70	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69	0.69	0.69	0.70	0.10	0.10	1.854	0.082
2016/3/2	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.09	0.09	1.853	0.079
2016/3/3	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.09	0.09	1.853	0.078
2016/3/4	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.09	0.09	1.853	0.076
2016/3/5	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.67	0.68	0.08	0.08	1.853	0.068
2016/3/6	0.67	0.68	0.67	0.67	0.68	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.07	0.07	1.855	0.061
2016/3/7	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.06	0.06	1.857	0.042
2016/3/8	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65	0.65	0.66	0.06	0.06	1.858	0.040
2016/3/9	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.72	0.18	0.16	0.17	0.14	0.10	0.09	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11		0.120
2016/3/10	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.09	0.09		0.082
2016/3/11	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.12	0.12	1.857	0.114
2016/3/12	0.72	0.72	0.72	0.71	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.71	0.12	0.12	1.856	0.110
2016/3/13	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.12	0.12	1.856	0.109
2016/3/14	0.72	0.72	0.72	0.56	0.14	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.13	0.14	0.71	0.71	0.70	0.71	0.70	0.13	0.13		0.145
2016/3/15	0.71	0.71	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.71	0.70	0.71	0.70	0.71	0.70	0.71	0.70	0.70	0.70	0.10	0.10	1.854	0.092
2016/3/16	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.71	0.70	0.71	0.70	0.71	0.70	0.71	0.70	0.70	0.70	0.10	0.10	1.854	0.089

※：日平均水位＝1 時間毎に計測された水深の平均値

※：日平均越流水深＝①水深≧0.6m の場合は実測水深－0.60m（堰高）、②水深<0.6m の場合は実測水深、とする

※：流量係数：次頁の数式参照（日平均水位が 0.6m 以上で越流公式を使用して流量を算出する場合にのみ使用する係数）

※：流量：次頁の数式参照（越流堰の有無を考慮して越流水深と限界水深の公式によりそれぞれ算出）

なお、連続水位調査により実測した越流水深は以下の式により流量に換算している。
 <石原・井田の式>

$$Q = C \cdot B \cdot h^{3/2} \dots\dots\dots (9.2.10)$$

$$C = 1.785 + \left(\frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{D} \right) (1 + \varepsilon) \dots\dots\dots (9.2.11)$$

- Q : 越流量 (m³/s)
- C : 流量係数
- B : 堰の幅 (m)
- D : 水路底より堰縁までの高さ (m)
- b : 切欠き幅 (m)
- h : 越流水深 (m)
- ε : 補正項

出典：土地改良事業計画設計基準「水路工」P.684

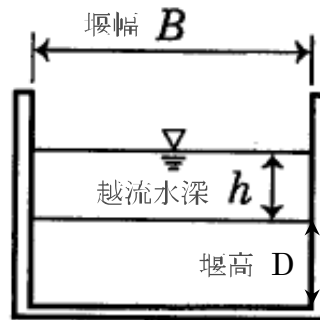


図 4.1-4 全幅堰

また、本地点は高井田川水路と道路の排水が流入する箇所であり、ゲートは水位により自動で転倒する事となっている。雨が降った場合には転倒してしまう構造であり、その場合には越流堰ではなく落差工の構造となる。

ゲートが転倒した時に計測された水深 (= 堰高 0.6m 未満) の場合には、土地改良事業計画設計基準「水路工」に記載の限界水深公式を用いて流量を算出している。

$$h_c = \sqrt[3]{Q^2/gb^2} = \sqrt[3]{q^2/g} = 0.467 q^{2/3} \dots\dots\dots (6.3.6)$$

- h_c : 限界水深 (m)
- b : 水路底幅 (m)
- q : 単位幅当たり流量 (m³・s⁻¹・m⁻¹)
- T : 水面幅 (m)
- Q : 流量 (m³/s)
- g : 重力の加速度 (m/s²)

出典：土地改良事業計画設計基準「水路工」P.203

4.1.2. 発電期間

発電期間について、本発電施設で用いる用水の取水施設である高井田頭首工の施設管理者へのヒアリング結果から、頭首工ではゲート操作をしておらず、通年取水をしている状況であるという回答を得たため、「通年発電」が可能と判断し、鋼構造物計画設計技術指針（小水力発電設備編）を参考にして発電期間（稼働率）を95%と設定した。上位流量の設定にも関連するが、一年間を通じて高井田用水路の流量調査を行い、95%稼働が可能かを精査する必要がある。

年間発電電力量とは、発電所の保守・点検又は事故及び復旧のための運転の停止などを考慮した、いわゆる正味年間発電電力量をいう。

年間発電電力量は、年間可能発電電力量に発電所が停止せずに運転できる期間の割合である稼働率を乗じて求められる。

一般に使用される稼働率は以下のとおりである。

稼働率≒0.95

出典：鋼構造物計画設計技術指針（小水力発電設備編）、P45,46

4.1.3. 水位

本業務において、発電予定地点における縦断測量を実施して、その測量結果を用いて上流側水位及び下流側水位を設定した。また、概略ではあるが管路の水理計算を行い想定される損失水頭を算定し有効落差を設定した。上記の発電流量や期間と比べると制度の高い数値ではあるが、今後は実際の運用を考慮して上流側水位を設定する必要がある。例えば、上流側水位は既設の取水口底高としているが、水位を考慮した場合にはもう少し大きな値で設定できる可能性がある。

4.1.4. 工事費

工事中進入路の費用は進入が可能と想定される道路からの延長を図測で計測して、経済産業省発行の水力工事費積算の手引きに記載されている単価（新設仮栈橋の場合：930千円/m、新設工事川道路：110千円/m、改良の場合：40千円/m）を乗じる事で工事川道路の工事費を設定した。また、その他の仮設備や既設構造物撤去復旧等の雑工事については、直接土木工事費に対する割合で積算をした。

一方で、取水設備の改修費用や除塵機の設置費用については現時点では見込んでいない。取水設備の改修については取水部の水理、構造検討を実施し判断する必要がある。また、除塵施設の設置要否判定は、取水口での塵芥量調査を行い、流れてくるゴミの量や種類等を見極めた上で設置の要否を判断する。

4.2. 今後必要な調査・設計・協議等

4.2.1. 調査

(1) 流量調査

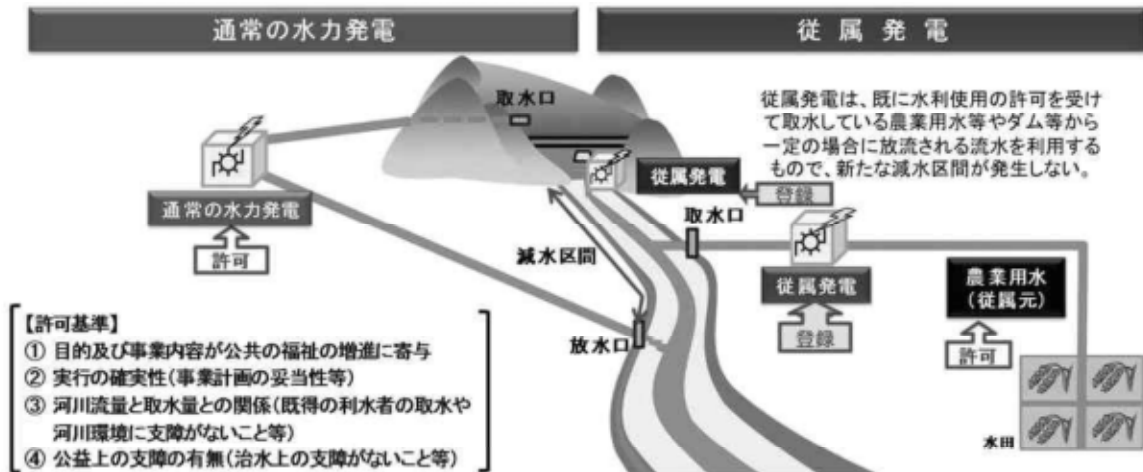
上記の通り、設定した流量及び発電期間の妥当性を評価し、それらの条件を見直すためにも、年間を通じた流量調査を実施して、本発電施設の流量及び発電期間について精査する事が必要である。また、慣行水利権を用いた従属発電についても期別取水量が明確で、従属関係が確認できるものについては水利権申請が通常の許可申請に対して、簡易な手続き許可申請の対象となる（詳細は以下）ため、水利使用手続きを簡素化する意味でも流量調査を行う事が望ましい。

1) 慣行水利権に係る従属発電

河川を流れる水は公共のものであり、利用に当たっては農業、水道、工業、発電等の目的に応じて河川法に基づく手続きが必要である。こうした目的に応じて河川の流水を使用する事を「水利使用」と呼び、河川の流水を利用した発電には以下がある。

- ①河川から直接流水を取水する通常の水力発電
- ②既に許可を受けた農業用水等を利用して発電する従属発電

通常の水力発電の場合は、国土交通大臣等の許可が、従属発電の場合は国土交通省への登録が必要である。なお、河川方以外にも電気事業法の手続きや固定価格買取制度を利用した場合には経済産業省による手続きが必要となる場合もある。

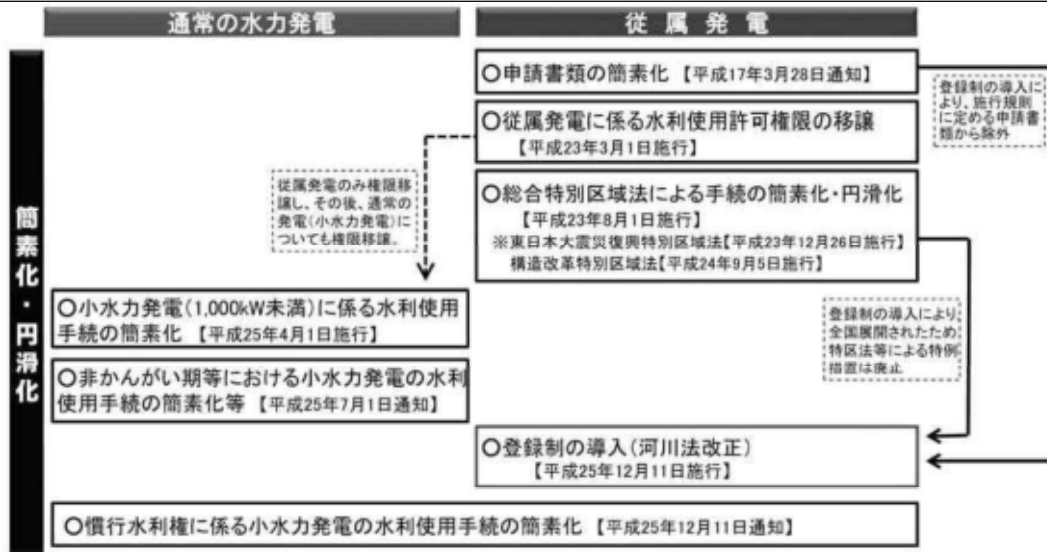


出典：慣行水利権に係る従属発電（国土交通省）、 P.1

図 4.2-1 小水力発電のための水利使用

2) 小水力発電の水利使用手続きの簡素化

河川から直接流水を取水する通常の水力発電と比較して、従属発電の場合には水利使用の手続きが簡素化される。



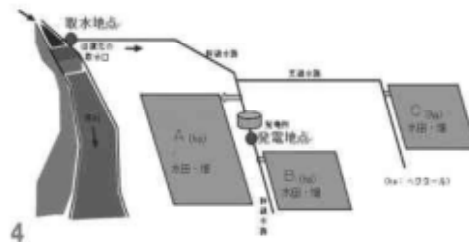
出典：慣行水利権に係る従属発電（国土交通省）、 P.2

図 4.2-2 水利使用手続きの簡素化・円滑化

登録制は、従属元水利使用の許可審査において下流の利水者や河川環境への影響について既に確認していることから、手続きを簡素化しており、慣行水利権に係る小水力発電についても、期別取水量が明確であり、従属関係が確認できるものについては、登録制の対象となっている。

① 取水量	計測地点	慣行水利権の取水地点 取水地点における取水量と同量であることが確認できる他の地点でも可。
	計測期間	10年間の取水量データは必ずしも必要でなく、1年間以上の計測があれば可。(最大は10年間の計測)
	計測頻度	日毎の計測は必ずしも必要でなく、半旬毎(5日に1回)の計測で可。 なお、系統連系せず、地域の環境学習等で活用の場合は、月1回の計測で可。
	流量データ	慣行水利権に基づく取水地点における取水量と同量であることが確認できる他の地点の実測流量を慣行水利権に基づく取水地点の取水量とみなすことが可能。 発電地点と慣行水利権に基づく取水地点との受益面積比、あるいは同時流量計測による換算率等により、慣行水利権に基づく取水量を推定することが可能。
② 登録の対象となる流水の占用に係る権利の存続期間	原則、計測期間と同年数を登録。 登録後において引き続き慣行水利権に基づく取水量を計測している場合は、次回、原則、当初の存続期間に新たな計測期間を合算した期間を登録(ただし、計測期間より従属元の同意の期限が短い場合は同意の期限まで)。	
③ 届出書に記載の取水量・取水期間	届出書に記載された取水期間及び取水量と比較して、現状の内容(計測又は推定した取水量・取水期間)がその範囲内であれば、従属発電の取水量及び取水期間は届出の範囲内で認められる。 ※届出書に取水期間又は取水量の記載がない場合は聞き取り調査等で確認。	
④ 発電取水量報告	発電出力からの換算により発電の取水量を推定することが可能。	

※ 慣行水利権の権利内容が不明確であり、従属関係が確認できない場合の新規の発電許可手続については、河川管理者等が調査した河川流量データの調査結果の活用等の簡素化措置を通知。



出典：慣行水利権に係る従属発電（国土交通省）、 P.4

図 4.2-3 登録の対象となる場合の簡素化措置

(2) 流下塵芥量調査

本発電所に流入する川水は、河川の河床に設置してある取水口から取水されているものであり、大雨や洪水時には小石や草木等の塵芥が流入する事が想定される場所である。塵芥やゴミ、小石等の流入は、水車の運転にも大きな影響を与える要因であり、場合によってはスクリーンや除塵機の設置が必要である。それらの設置の要否判定及び施設規模を設定する際に流下する塵芥の内容及び想定量を調査する事が望ましい。

また、本計画では現況の取水設備に接続している既設川水路（現在は未使用）を土砂吐施設として使用する事を想定している。その用水路が土砂吐として使用可能か、施設規模及び健全度等を考慮して評価し決定する必要がある。

(3) 景観・騒音問題

本施設は景勝地である龍門滝に隣接した施設であり、施工時及び水車稼働時の騒音や振動、景観について配慮する必要がある。龍門滝地区周辺について用地他の調査を行い、実際に本地点において発電施設の施工が可能なのか、可能であればどのような工法が適用できるのかを検討する必要がある。また、水車稼働後の事も考えて景観等に配慮した設計を行う事も必要である。

4.2.2. 設計

(1) 細部構造検討

本業務においては、本体構造の規模及び部材厚等について想定で決定したが、実施段階においては、工事実施に資する図面作成のため、構造計算、安定計算に基づく、構造物寸法、配筋計画、基礎設計、仮設規模の設計を行う必要がある。

(2) 水理検討

本業務では、管内流速 2m/s 以内で設計流量 $Q=0.16\text{m}^3/\text{s}$ を流す事ができる管径である $\phi 350\text{mm}$ を選定し、管種は鋼管を選定した。今後の検討では、流量の精査に伴う管径の精査、管種の経済性比較等も実施して現場条件に見合った最適な管種及び管径を設定した上で水理計算を実施して、有効落差を設定する事が必要である。

また、管路の水理計算に関しては想定される損失を及びそれらの損失係数を設定して検討を行っており、計算の精度も高いものといえる。一方で、水車流入部（取水口）や水車設置部の水理及び構造検討はできていないため、今後はその部分について詳細な検討を行う必要がある。

(3) 仮設、施工計画

本地区は景勝地である龍門滝に隣接した箇所であり、網掛川（二級河川）の河川区域内の施設となる可能性もある。

施工時の作業スペース確保や工事用道路の問題、斜面に管路を配管するための施工

方法等、工事に関する課題が多い。また、河川区域内の工事となった場合には河川管理者（鹿児島県）との協議も必要となる。

今後の検討において、施工時の仮設計画や工程計画を十分に検討する必要がある。

4.2.3. 経済評価

(1) 工事費雑費の精査

本業務では、可能性検討調査段階であり、経済性の評価時に影響を与えるような項目は工種、数量、費用を計上しているが、施工時に発生する雑費については、概略値として土木工事直接工事費の10%を見込んでいる。

基本設計時には、施工時の雑工として想定される工種、数量を計上して概算工事費を算出する事で、工事費雑費の精査が必要であると考ええる。

(2) 仮設備費用の精査

本業務では、可能性検討調査段階であるため、施工時に発生する仮設備費については、概略値として土木工事直接工事費の5%を見込んでいる。また、工事用道路設置費用として追加で延長×標準単価（新仮栈橋の工事用道路費用：930千円/m、新設工事用道路：110千円/m、改良の場合：40千円/m）で工事用道路の工事費を算出している。基本設計時には、施工時の雑工として想定される工種、数量を計上して概算工事費を算出する事で、工事費雑費の精査が必要であると考ええる。

(3) 修繕費の精査

本業務において、水車見積を依頼したメーカーには併せて水車機器の維持管理費用についても聞取りを実施し、その値を維持管理費用として計上している。同規模（同出力）の水車機器であっても維持管理費用に差がある水車機器も存在するため、実際に運用されている発電所の事例やメーカーの実績等をより詳細に調査して、費用を精査していく必要がある。

(4) 固定価格買取制度後の売電単価

キャッシュフローの計算では、固定価格買取制度後の売電単価を hidrovalley 計画ガイドブックに記載されている売電単価である10円/kWhで検討しているが、買取制度終了後の事業としての継続性を考える上では、この売電単価の設定も重要な要素となってくるため、基本設計で発電電力量及び事業費を精査した段階で、この価格についても検討して、継続事業としての可能性も評価する必要があると考ええる。

(5) 水車機器の保険

小水力発電事業を取り巻くリスク（財物損害、天候不順等）に対する補償として、小水力発電事業者向けに水車機器や建屋、土木構造物等に対する災害保険があるようである。保険の導入に関しては、小水力発電を実施する事業者の判断で決定する。

4.2.4. 関連協議・手続き

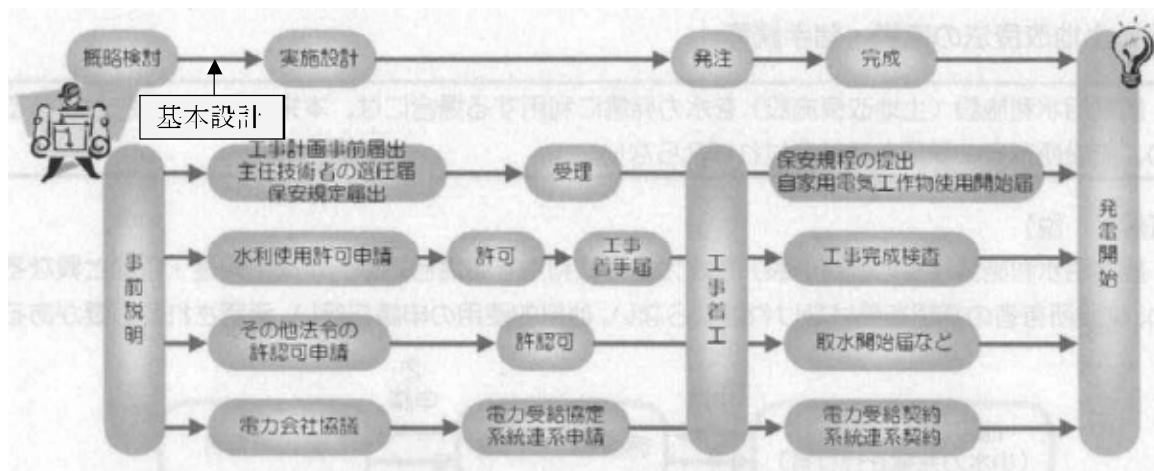
一般的な小水力発電設備を設置する場合に必要な関係法令、許認可手続き等は、下表に示すものが挙げられる。次頁以降にそれぞれの許認可手続き、協議についての詳細を記載する。

表 4.2-1 法的手続き

法	手続きの内容	申請先
河川法	流水の占用・土地の占用・工作物の新築等に係る許可申請（河川法 23 条・24 条・26 条）	河川管理者
電気事業法	工事計画届 （事業用電気工作物の設置の工事の届出）	経済産業大臣
	保安規程の届出 （事業用電気工作物の使用前の届出）	経済産業大臣
	主任技術者の選任 （電気主任技術者・ダム水路主任技術者）	経済産業大臣
再エネ特措法 （固定価格買取制度）	施設の認定 （再生可能エネルギー固定価格買取制度での売電のための施設認定）	経済産業大臣

表 4.2-2 電力会社との手続き・協議

手続き	手続きの内容	申請先
系統連携	再生可能エネルギー固定価格買取制度での売電のための協議	電力会社



出典：「再生可能エネルギー導入の手引き（H.23）」（財）日本水土総合研究所

図 4.2-4 許認可手続きの流れ

4.2.4.1 固定価格買取制度

固定価格買取制度とは、再生可能エネルギーで発電した電力を電力会社に一定価格で一定期間の買取りを義務付ける制度である。買取（売電）価格の決定には、経済産業省の「設備認定」と電力会社との「系統関係」の申請の両方が必要となっている。また、買取価格は期間限定であるため、計画が固まった段階で早めに経済産業省と電力会社にコンタクトを行う必要がある。

表 4.2-3 固定価格買取制度の調達価格（中小水力発電）

調達区分	調達価格 (円/kWh、税抜)	調達期間 (年)
1,000kW 以上: 30,000kW 未満	24	20
200kW 以上: 1,000kW 未満	29	
200kW 未満	34	

※価格は H26.4.1～H27.3.31 までに認定を受け、かつ、電力会社への接続契約の中込みを行った場合の価格

4.2.4.2 経済産業省

(1) 設備認定

設備認定とは、発電設備が法令で定める要件に適合しているか国において確認し、認定を行うものである。固定価格買取制度を利用して売電するためには、発電するためには、発電施設の設置場所を管轄する地方の経済産業省へ申請し、設備認定を受ける必要がある。申請書類の提出から認定まで1ヶ月程度の期間が必要である。

【設備認定基準】

- ・ メンテナンス体制が確保
- ・ 電力量の計量が可能な構造
- ・ 製品の製造者や型式番号等
- ・ 設置、運転経費の記録・提出など

(2) 電気事業法

電気事業法において「電気工作物」として位置づけられるが、本地区で検討した3種類の水車ともに使用流量が1.0m³/s 未満で、出力20kW 未満であるため一般用電気工作物として取り扱われ電気事業法に関する手続きは不要となる。一方で、上記の通り設備認定等で経済産業省との協議・諸手続きが必要となるため、基本設計の段階から、発電施設の管理予定者が経済産業省に対して届出内容の確認を行う事も有効である。

4.2.4.3 電力会社との系統連係

本計画において発生した電力を電力会社の商用電力系統に連結して売電をする場合、事前に近傍の電力線に連携が可能か、連携するための技術要件などに関して電力会社と系統連係に関する協議を行い契約を締結する必要がある。また、発電した電力を電力会社の送電線に接続する際、電力系統に影響を及ぼさないように、電力会社と協議を重ね、売電に係る契約を結ぶ必要がある。

系統連係に係る主な手続きの流れは以下の通りである。

表 4.2-4 系統連係の手続き

項目	内 容
事前協議	系統連係照会による営業的条件、技術的条件の検討を行い、連係方法を電力会社と協議する。
系統連係申込	事前協議の仮合意を得たら、電力会社に正式に系統連係を申し込む。電力会社で系統連系の技術検討、協議、事前確認が行われる。
契約の締結	連係協議の合意が得られたら、電力会社と契約書の締結を行う。電力会社は系統連係工事の施工に入る。
竣工検査	施工完了後の自主検査の際に、電力会社が連係協議合意内容に基づいているか検査を行う。

出典：「風力発電導入ガイドブック（2208年2月）」、新エネルギー・産業技術総合開発機構

4.2.4.4 河川管理者（鹿児島県）

本業務で検討した小水力発電施設は、高井田用水路の流量を用いて発電する方式で、網掛川（龍門滝）に隣接した箇所での発電計画である。河川区域内に設置された既存の堰等の落差を利用した小水力発電施設に該当する可能性も考えられるため河川区域の確認が必要である。

したがって、河川法第 23 条（流水の占用の許可）、第 24 条（土地の利用の許可）、第 26 条（工作物の新築等の許可）の許可申請手続きが必要となる。許可申請手続きの詳細は、国土交通省発行の「小水力発電を河川区域内に設置する場合のガイドブック（案）（H25.3）」及び「小水力発電を行うための水利使用の登録申請ガイドブック（H25.12）」を参照することができる。

(1) 小水力発電を行うために必要な手続き

1) 河川水の利用について

河川を流れる水は公共のものであり、利用に当たっては、農業用水、水力発電などの目的ごとに河川管理者（国または都道府県等）の許可が必要となる。

2) 河川の土地の利用と工作物の新築等について

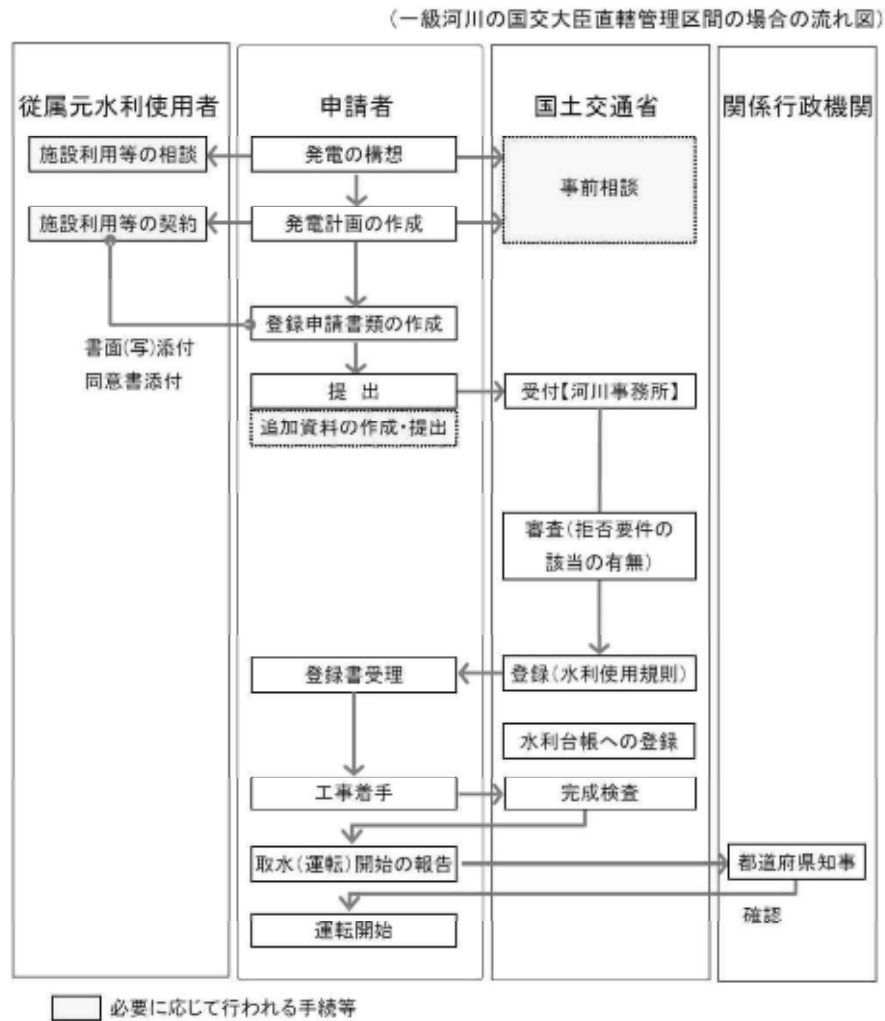
河川の土地を占用し工作物を設置する場合には、河川管理者の許可が必要になる。河川区域内への小水力発電施設の設置は、河川区域外の農業用水路等に設置する場合と異なり、洪水に対する安全性の確保や、他の利水者の取水に支障を与えないような構造・配せにする必要がある。

河川の土地は河川区域と河川保全区域に分けられ、利用するために以下の許可が必要となる。

- ・ 河川法第 24 条：「土地占用の許可」
河川区域内の土地を利用するための許可
- ・ 河川法第 26 条：「工事の許可」
河川区域内に工作物の設置等を行うための許可
- ・ 河川法第 55 条：「河川保全区域内での工事の許可」
河川保全区域内に工作物の設置等を行うための許可

(2) 登録手続き、提出が必要な書類

次頁に登録申請に必要な書類、登録申請に係る河川法手続きの流れを示す。



出典：「小水力発電を行うための水利使用の登録申請ガイドブック（平成25年12月）」国土交通省

図 4.2-5 登録申請に係る河川法手続きの流れ

表 4.2-5 申請書に添付する図書（提出書類）の例

添付図書	内容
発電計画の概要	発電の目的及び電力の用途、発電の方法、施設管理者の名称
発電に使用する水量の根拠	従属元水利使用の許可内容（取水水量）、発電所地点の流量、発電に使用する流量、発電の最大使用水量、発電の常時使用水量等
誓約書	河川法の規定に違反していない者など、登録の拒否要件（河川法第23条の4第1号から第3号）に該当しない事を記載
同意書	従属元水利使用者の同意書の写し
工事計画の概要	位置図、平面図、一般図
発電所設置箇所	発電設備が設置されている場所の写真に発電設備の外形を記載
従属元水利使用規則	従属元水利使用規則を添付

(3) 基本事項

河川区域内に小水力発電施設を設置する際の基本事項は以下の通りである。

① 洪水流に対して安全な構造

小水力発電施設は、計画高水位以下の水位の流水の作用に対して安全な構造とするものとする。また、小水力発電施設は、計画高水位以下の洪水の流下を妨げない構造とする。

② 他の利水者に悪影響を与えない構造

小水力発電施設を設置する事により、当該施設周辺の既得利水者の取水に対して、支障を与えない構造とする。

③ 河川環境に悪影響を与えない構造

小水力発電施設は、堰等の上下流の魚類の生息、生育等に大きな影響を与えない構造とする。基本的には魚類の遡上に大きな影響を与えない構造とする。具体的には内水面漁業協同組合または魚類の専門家の意見を聴いて施設の設計を行う事が望ましい。本施設も魚道が設置されている堰に設置を予定しており、放水口も魚道の脇に配置する計画としている。設計時の魚類の誘導方法を理解し、誘導を妨げないように配慮する必要がある。

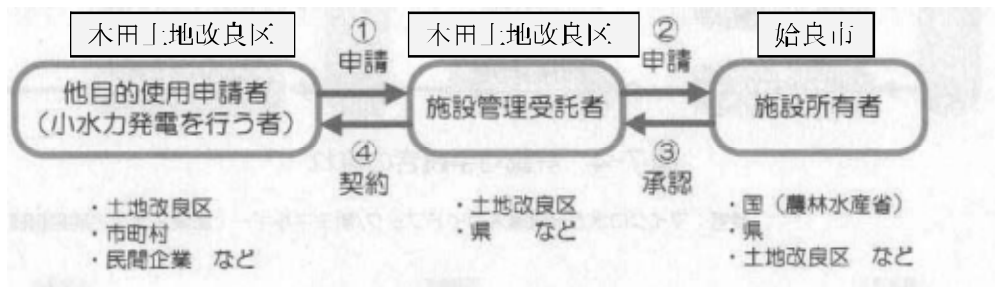
④ 河川利用者への安全性の配慮

小水力発電施設の設営においては、河川利用者への安全な施設とする。

4.2.4.5 施設管理者

(1) 土地改良法

農業水利施設（土地改良施設）は、農業生産の維持・向上を図る目的で造成された施設であり、農業水利施設を発電に利用する場合には、本来の用途や目的と異なるため、発電事業者は、施設管理者の承認を得て、施設管理受託者と契約を締結するための手続きが必要である。土地改良法に係る多目的使用の申請、土地改良財産の改築工事の申請などは、施設所有者や農政局等に相談する事ができる。



出典：「再生可能エネルギー導入の手引き（H.23）」（財）日本水土総合研究所

図 4.2-6 多目的使用申請の流れ

(2) 土地改良区の定款変更

土地改良区が附帯事業として発電を行う際には、土地改良区の定款に発電事業を行う事を定める必要がある。また定款の変更の際には、土地改良区の総代会での議決した後、知事の許可を受ける必要がある。土地改良区の定款の変更に係る詳細な内容については、県の窓口や農政局等に相談する事ができる。

4.2.4.6 漁協組合

小水力発電施設の整備に伴い、上流及び下流の漁業者に対して不利益がないように施設計画時には留意する必要がある。また、基本設計、実施設計へと計画を進めていく中で、周辺の漁協者に対しても計画の概要等を説明して情報を周知していくことも必要である。

4.2.5. 基本設計、実施設計の作業項目

農林水産省より発行されている「土地改良工事積算基準（調査・測量・設計）平成 26 年度」に記載されている基本設計及び実施設計の作業項目例について、以下に示す。

(1) 基本設計

予備調査（可能性調査）の結果を基に小水力発電所の基本計画を策定するための業務である。工期は通常 3 ヶ月程度である。

表 4.2-6 小水力発電基本計画作業項目

項 目	歩 掛								標準業務			
	主任技術者	技師長	主任技師	技師A			技師B	技師C		技術員	計	
				土木	地質	電気						
打合せ、協議、報告		2	2	2			3			9	発注者との打合せ、協議、報告。着手1回、中間1回、完了時1回。	
準備作業	現地踏査	2	2	2	2						取水地点、水路経通地、発電地点、放水地点等の地形、地質の把握。	
	資料の整理	事業計画等の資料		1	1							貸与資料（特に流量）、指示事項の把握及び踏査資料の整理、並びに業務計画の立案。
		水文・地質資料				2				2		
	小 計	2	3	3	4				2	14		
基本事項の検討	発電使用水量と発電型式の検討		1	1		0.5	2	2			予備調査により選定した自流水発電を基準とし、地形、地質、取水量等を勘案し、発電型式、規模等を検討する。	
	取水位、放水位置、落差の検討		1	1			1		1		予備調査結果及び放水口水位等をもとに、取水位、放水位を検討し、総落差を算出する。	
	水路構造物の位置、規模、並びにルートへの検討		1	1	1			2	3	3	地形、地質、土捨場用地の有無、並びに取水口、水路水構、発電所等の構造物を勘案し、更に施工法と併せて検討する。	
	最大、常時使用水量の検討	2	1	1.5				2	4	4	自流水発電を基準として、最大、常時の使用水量を検討する。設備利用率等を勘案し、数案を対比し最適案を選定する。	
	発電規模及び電力量の算定		1	1		1	1	2	2		最適案について発電諸元を定め、電力量は10ヶ年計算を行う。	
	工事数量及び事業費の概算		0.5	1		0.5	1	2	4		主要項目の概算数量を計算し、事業費の概算を行う。	
	経済性の検討及び最適案決定		1	0.5				1	1		概算建設費、出力、発電電力量等を勘案し、更に山元発電原価の推定等により経済性を検討し最適案を決定する。	
小 計	2	5.5	7	1	2	10	14	14	66.5			
最適案計画図の作成	水路一般平面図										水路一般平面図 1/5,000～1/10,000 水路縦断面図 縦 1/500～1/200 横 1/5,000～1/2,000	
	主要設備概要図	0.5	1	1			2	4	7	7	取水設備1～2枚、ヘッドタンク1枚、鉄管路～発電所～放水路1～2枚。	
	仮設備全体平面配置図										工用仮設備の全体配置計画平面図。	
	小 計	0.5	1	1			2	4	7	7	22.5	
最適案諸計算				1			1	1	2	5	洪水量、損失落差、水路通水量、出力、発電電力量等の計算。	
総合検討	0.5	0.5	1	1						3	総合的まとめ及び今後の検討事項の提案、問題点の指摘。	
報告書作成		1	1	0.5	0.5	2	1	2	8	まとめ及び報告書の作成		
合 計	7	13	16	6.5	4.5	20	23	27	117			

注) 1. 送電関係、建物の検討が必要な場合は別途計上。
 2. 水車、発電機、開閉所機器、ゲート、鉄管の細部設計は別途計上。

(2) 実施設計

小水力発電所の建設工事実施のために必要な実施設計書の作成を前提として細部の設計を行う業務である。工期は通常5ヶ月程度である。作業項目は大きく「土木関係」と「機械・電気関係」に分類され、それぞれの内訳を以降の表に示す。

表 4.2-7 小水力発電実施設計作業項目（土木関係 1/2）

項目	歩 掛								標準業務		
	主任技術者	技師長	主任技師	技師A			技師B	技師C		技術員	計
				土木	地質	電気					
打合せ、協議、報告		2	6	6	2	2	3			21	発注者との打合せ、協議、報告。着手1回、基本事項3回、設計4回、納品時1回計9回。
準備作業	現地踏査		2	2	2	2	2				計画予定地の地形、工程等の計画
	設計業務の計画										業務の具体的内容、工程等の計画
	資料の整理・整理		1	2	2		2	3			事業計画、指示事項等の把握。
	水文・地質資料					3					水文（特に流量）、気象、地質等貸与資料の把握、見直し整備。
小計		3	4	4	5	2	5			23	
基本事項の決定	取水口、取水整備の位置及び基本形状レイアウト						1		1		地形、地質並びに設計条件を考慮し水理計算を行って、型式、位置、主要部の形状寸法を決定する。ゲート、スクリーンについては、型式、主要寸法を定める。
	導水路のルート及び基本形状レイアウト			1	1		1		0.5		地形、地質、既設水路、施工法等を勘案してルートを選定し、水理計算を行って断面を決定する。
	ヘッドタンク、余水路、平面位置及び基本形状レイアウト							2			地形、地質並びに設計条件を考慮し、型式、平面位置、主要形状を決定する。余水路は水理計算を行って形状寸法を決める。
	水圧管路のルート、位置、管径、構造等基本形状レイアウト			1	1		2				地形、地質並びに設計条件を考慮し、管路ルート、平面位置、支持形式並びに主要寸法を決定する。管厚及び支持間隔は、構造計画を行い、支台寸法は、安定計算を行って決定する。
	発電所基礎の位置、及び基本形状レイアウト	1	3		1	0.5	1				地形、地質調査資料及び設計条件並びに管路との接合形状、放水庭隣接形状等を勘案して発電所位置を決定し、水車発電機支持方式を勘案のうえ、主要形状寸法を定める。
	土捨場のレイアウト			0.5				1			環境及び捨土量を考慮して、土捨場の位置及び形状を決定する。
	屋外開閉所レイアウト			0.5		0.5			0.5		地形、地質及び設計条件並びに主変圧器、送電線の引出し、開閉機器設備のスペース等を勘案のうえ、位置及び基本形状を決定する。
	発電所周辺整備計画のレイアウト			0.5		0.5		1	1		環境及び管理運営等を考慮して、発電所本館周辺の整備計画を立案するもので、平面位置、基本形状を定める。
	取水設備、発電所等の取付道路レイアウト			0.5				1	1		管理用道路として取水設備、ヘッドタンク、発電所への取付道路（人道、階段を含む。）の位置、形状を定める。設計範囲は、延長50m程度までとする。
	本館内機器配置レイアウト						1		1		発注者の指示を受け、水車室、発電器室の機器配置のレイアウト。水車発電機は、標準的なものを考慮し、周辺の主要寸法を定める。
小計		1	3	3	3	1.5	9	3	5	28.5	

表 4.2-8 小水力発電実施設計作業項目（土木関係 2/2）

項 目	歩 掛								標 準 業 務		
	主任技術者	技師長	主任技師	技師A			技師B	技師C		技術員	計
				土木	地質	電気					
水路 構造物の 設計	取水口・取水庭						1	1	2	図面作成：平面図、縦断面図、配筋図	
	導水路						1	1	2	※：平面図、縦断面図、水路定規図、配筋図	
	ヘッドタンク、 及び余水路						1	4	6	※：ヘッドタンク＝平面図、縦断面図、横断面図、 配筋図、余水路＝平面図、縦断面図、横断面 図、標準断面図、配筋図	
	水圧管路	1	2	4			1	2	4	※：平面図、横断面図、標準断面図、配筋図	
	発電所基礎					0.5	2	6	4	※：各フロア＝平面図、水車軸縦断面図、横断面 図、配筋図	
	放水路（放水庭・ 放水口含む）						1		2	※：放水路＝平面図、縦断面図、水路定規図、配 筋図、放水庭放水口＝平面図、縦断面図、横 断面図、配筋図	
小 計	1	2	4		0.5	7	14	20	48.5		
附帯工 雑工事の 設計	土捨場						1	1	2	図面作成：平面図、縦横断面図、排水工図	
	屋外開閉所		0.5	0.5		0.5		2		※：平面図、縦横断面図、排水工図	
	発電所周辺造成			0.5			0.5		2	※：平面図、縦横断面図、排水工図	
	取付道路						0.5		2	※：平面図、縦横断面図、排水工図、標準断面図	
	護岸の取付河川工			1				2	4	※：平面図、縦横断面図、護岸標準断面図	
	照明設備配電計画					1		2		※：配置図、標準図	
小 計	1	0.5	2		1.5	2	7	10	24		
水 理 計 算				1			1	2	4	水路通水容量、損失落差、理論水力及び内出力水圧鉄管水 撃圧、ヘッドタンク余水吐及び余水路通水容量、取水設 備の洪水量、及び洪水位、水圧鉄管管圧計算、固定台等 の安定計算。	
構造計算・安定計算				1			2	6	10		
工事数量（土木関係）			1	1			5	10	15	設計図に基づく土木工事数量の計算（建築工事数量を除く。）	
照査及び総合検討	1	2	1		1					実施設計のまとめ及び照査並びに設計上の問題点の指 摘。	
報 告 書 作 成			1	2	1	1	3	5	5	本報告書、構造計算書、水理計算書、安定計算書、数量 計算書、設計図	
小 計	1	4	6	1	2	11	23	34	82		
合 計	9	19.5	25	11	9.5	37	47	69	227		

表 4.2-9 小水力発電実施設計作業項目（機械・電気関係）

項目	掛							標準業務	
	技師長	主任技師	技師A	技師B	技師C	技術員	計		
基本事項の決定	1	2	2	5	5			有効水量、有効落差等最終現地条件の確認及び水車発電機の決定	
			1	1				発電設備、送電設備の制御方式の決定	
			1	1					発電設備、送電設備、制御設備の安全対策の決定及び保安規定への対応
				1	1				送配電線との協調の検討及び遮断器、ケーブルサイズの決定
			1		2				スクリーン、小配管等附帯設備の決定
設計資料作成	1	2	1	5	8			機器仕様の決定	
			2	4	6	10		水車、発電機、変圧器、制御器の図面、発電所機器配置図面、屋外機器配置図面、配管系統図面、制御フロー図面、単線結線図面、送電関係図面	
			1.5	4	6	7		機器製作及び据付調査等事業費の積算	
合計	2	6	9.5	21	28	17	83.5		