

小水力等再生可能エネルギー導入推進事業
松永地区 委託 27-1 外 2 件

報 告 書

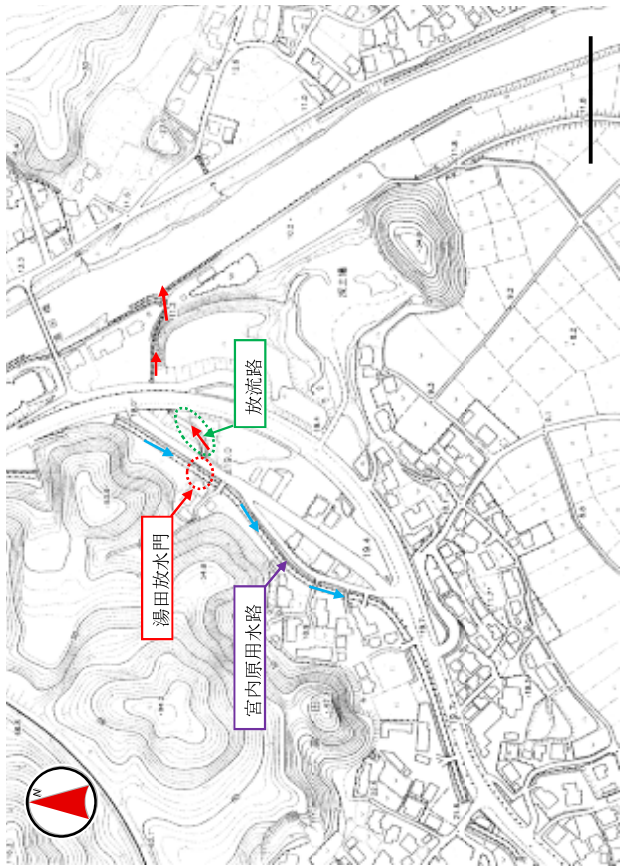
平成 28 年 3 月

鹿児島県 始良・伊佐地域振興局



日本工営株式会社

日当山地区
1. 発電候補地の概要



出典：霧島市より受領した地形図

図 1 日当山地区西光寺湯田放水門 位置図



2. 発電使用水量及び落差の設定

発電出力は以下の式のより算定される。

$$\text{発電出力} = 9.8 \times \text{発電使用水量} \times \text{有効落差} \times \text{水車発電機合成効率}$$

$$\text{(kW)} \quad \text{(m}^3/\text{s}^2) \quad \text{(m)} \quad \text{(\%)}$$

算定式より、善根頭首工にある未利用落差を利用した小水力発電計画立案のためには、①発電使用水量、②有効落差、③水車発電機合成効率を算定する必要がある。また、本地区に設置可能な水車形式を選定するためにも、①発電使用水量及び②有効落差の算定が必要であるため検討を行った。

(1) 流量の設定

1) 農業用水量の設定

・かんがい期の農業用水量は慣行水利権流量（＝3.68m³/s）と現地で実測した水垢水深から等流計算により算定した流量（＝3.62m³/s）で大きな違いがなかったため、データの根拠が記載されている慣行水利権流量3.68m³/sを採用する。

・非かんがい期の流量は、上記で設定したかんがい期の慣行水利権流量及び土地改良区へのヒアリング結果（非かんがい期にはかんがい期流量の1/3程度を防火用水として通水している）を用いて、 $3.68 \times 1/3 = 1.23\text{m}^3/\text{s}$ と設定した。また、この流量は、非かんがい期（11/12）に実測した水垢水深0.6mを用いて等流計算により算出した流量1.17m³/sと大きな違いがなく、流量の設置値としては妥当であると判断する。

・本地区は湯田放水門より放流路へ放水する水を利用した発電方式であるため、農業用水量は直接発電と関係するものではないが、現状の通水量を把握するためにも、連続して流量を観測する事が必要であると思われる。

表 1 宮内原用水路（湯田放水門地点） 期別農業用水量の設定

| 期間 | 日数 (日) | 計算流量 (m ³ /s) | 慣行水利権 流量 (m ³ /s) | 設定農業 用水量 (m ³ /s) | 備考 |
|-------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 5/1～5/20 | 20 | 0.00 | — | 0.00 | ・水路内浚渫のため止水 |
| 5/21～10/10 | 143 | 3.62 ^{※1} | 3.68 ^{※3} | 3.68 | ・農業：Q=Q _{max} |
| 10/11～11/30 | 51 | 0.00 (1.17 ^{※2}) | — | 0.00 | ・稲刈りのため止水期間だが、 湯田放水門地点までは通水し、 水田手前の水門で放水 |
| 12/1～4/30 | 151 | 0.00 | — | 1.23 (1.23 ^{※4}) | ・防火・環境用水：Q=1/3Q _{max} |

※用水量の算定方法は以降の計算結果を参照

2) 発電使用可能流量の設定

- ・5/1～5/20 : 水路内浚渫に伴う止水のため、湯田放水門地点でも流量は0となる。
- ・5/21～10/10 : かんがい期間であり、用水路に通水する必要があるため、湯田放水門からの放流は不可能となり、発電使用流量は0となる。
- ・10/11～11/30 : 稲刈りのための止水期間であるが、湯田放水門までは受益がなく、放水門にて全量放流する事で下流への影響もない状況である。土地改良区へのヒアリングより、発電施設を導入した場合には非かんがい期においてもかんがい期と同様の流量を通水する事が可能との事であった。したがって、この期間は慣行水利権と同量の3.68m³/sを取水して放水門から全量放流する計画となり、取水量に関しては、宮内原用水路の取水口にある新川発電所（九州電力）と協議が別途必要となる。

- ・12/1～4/30 : 上記同様に宮内原用水路には3.68m³/sを通水する。本期間は湯田放水門より下流側に防火用水を通水する必要がある。防火用水の流量は土地改良区へのヒアリング結果よりかんがい期間の1/3程度として3.68×1/3=1.23 m³/sとする。したがって、放水門から放流可能（発電可能）な流量は3.68-1.23=2.45m³/sであり、この流量が発電に使用可能な流量となる。この期間の流量に関しても、上記の通り現在の通水量と異なる流量を農業用水に取水するため、取水量に関しては新川発電所との協議が必要となる。

表 2 宮内原用水路 発電使用流量の設定

| 期間 | 日数 (日) | 農業用水量 (m ³ /s) | 発電使用流量 (m ³ /s) | 備考 |
|-------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|---|
| 5/1～5/20 | 20 | 0.00 | 0.00 | ・水路内浚渫のため止水： 発電は不可能 |
| 5/21～10/10 | 143 | 3.68 | 0.00 | ・農業用に通水するため放水門からの放水は不可： 発電は不可能 |
| 10/11～11/30 | 51 | 0.00 | 3.68 | ・取水可能流量＝慣行水利権流量 Q _{max} ・稲刈りのための水路内止水期間であるため、湯田放水門下流まで通水する必要はなく、放水門にてQ=Q _{max} 流す事が可能な期間。 |
| 12/1～4/30 | 151 | 1.23 | 2.45 | ・水路に通水する用水量は、慣行水利権流量 Q _{max} の 1/3程度に減少する(土地改良区回答) ・慣行水利権流量 Q _{max} ＝1.23m ³ /s＝3.68-1.23＝2.45 |
| 合計 | 365 | | | |

(b) 計算結果

上記の計算条件で宮内原水路の等流計算を実施した結果、水路の水深は以下の通り計算された。なお、放水路の底高は放水路の縦断測量結果を採用して 10.48m と設定する。

- ①最大流量時 ($Q_{max}=3.68m^3/s$) : 放水路水深 $h_3=0.49m$
放水路底高 = 10.48m (現地測量結果)
- 放水路水位 = $0.49 + 10.48 = 10.97$

(3) 小水力発電検討条件

宮内原水路湯田放水門の放流量を利用した小水力発電計画の条件を以降に示す。本施設が放水門であり、かんがい期には発電できないため、発電できる期間はかんがい期以外で水路内に水がある状況の場合に限定される。

表 3 小水力検討条件一覧表

| 期間 | 日数(日) | 発電使用流量 (m^3/s) | 落差 (m) | 備考 |
|-------------|-------|--------------------|--------|--|
| 5/1~5/20 | 20 | 0.00 | — | •水路内浚渫のため止水 |
| 5/21~10/10 | 143 | 0.00 | — | •かんがい期: $Q=Q_{max}$ •放水門からの放水(発電)は不可能 |
| 10/11~11/30 | 51 | 3.68 | 7.07 | •稲刈りのため止水期間 •湯田放水門までは受益がないため 発電用流量を取水可能 |
| 12/1~4/30 | 151 | 2.45 | 7.18 | •防火・環境用水: $Q=1/3Q_{max}$ •下流に上記用水を流すため発電使用流量は減少 |

※落差について、両期間ともに宮内原水路の通水量は $3.68m^3/s$ と同量であるため、上流側水位は変化しない。

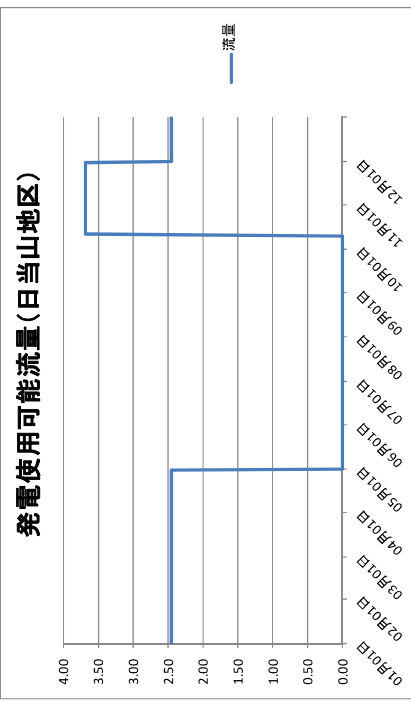


図 2 発電使用可能流量 (日当山地区)

(2) 落差

湯田放水門から発電を予定している位置までの現地測量を行い、それらのデータを利用して落差を設定した。

- 総落差① ($Q=3.68m^3/s$) : 7.07m
- 総落差② ($Q=2.45m^3/s$) : 7.18m

| ①上流側水位 (EL. m) | ②下流側水位 (EL. m) | 総落差 H (①-②) m | 備考 |
|----------------|----------------|---------------|-----------------------|
| 18.04 | 10.97 | 7.07 | $Q=Q_{max}=3.68m^3/s$ |
| 18.04 | 10.86 | 7.18 | $Q=Q_{min}=2.45m^3/s$ |

1) 上流側水位

上流側の水位は宮内原水路測量結果を用いて、上記で設定された期別流量に対して等流計算を行い算出する。等流計算時に必要となる条件 (粗度係数、水路勾配) は、図面等の資料がなかったため、現地測量及び流量調査によって算出された値を用いる事とする。

なお、上流側水位に関して、発電時にはかんがい期と同量の水 ($3.68m^3/s$) が宮内原水路に流れている状況であるため、期別による水位変化はないものと考えて設定する。

(a) 計算条件

- 流量 : $Q_{max}=3.68m^3/s$
- 断面 : 宮内原水路実測断面 (B4000mm) × H1500mm)
- 粗度係数 : $n=0.029$ (流量調査結果より逆算)
- 水路勾配 : $I=1/1784$ (現地水準測量結果)

(b) 計算結果

- ① $Q_{max}=3.68m^3/s$: 宮内原水路水深 $h_1=1.32m$
宮内原水路底高 = 16.72m (現地測量結果)
- 宮内原水路水位 = $1.32 + 16.72 = 18.04m$

2) 下流側水位

下流側水位は放水門から天降川に流れ込む放水路における国道横断暗渠箇所 (発電所設置予定箇所) の等流水深とする。なお、放水路の断面及び勾配は資料がなかったため現地にて実測した結果を用いる事とする。

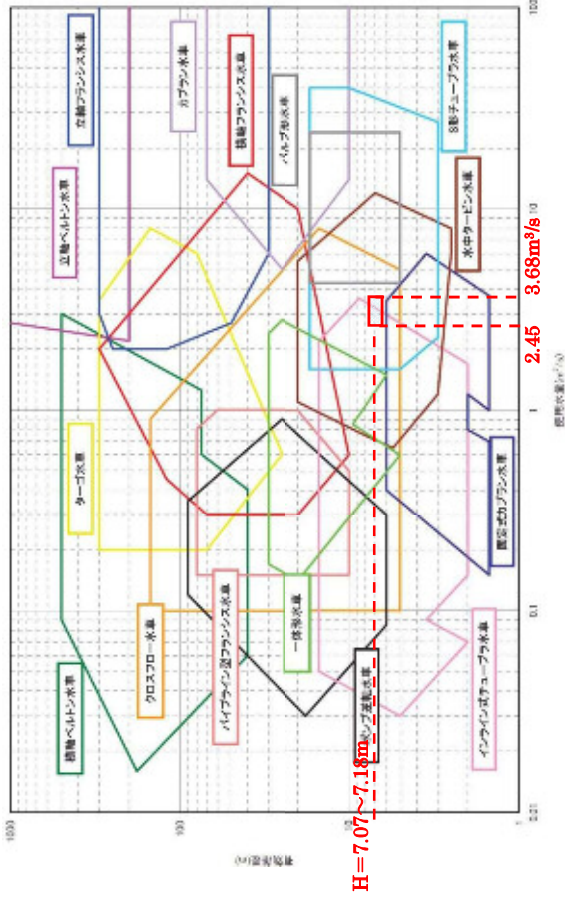
(a) 計算条件

- 流量 : ① $Q_{max}=3.68m^3/s$, ② $Q_{min}=2.45m^3/s$
- 断面 : 放水路 国道横断暗渠地点実測断面 (B2300mm) × H1500mm)
- 粗度係数 : $n=0.015$ (現場打ちコンクリートの標準値)
- 水路勾配 : $I=1/1100$ (次頁現地水準測量結果)

3. 水車の選定

(1) 水車の選定

発電使用流量と有効落差から水車を選定する。



出典：「水力発電計画工事費積算の手引き」H25.3 経済産業省 資源エネルギー庁

図 3 水車選定図による選定

選定された水車

- ・ S 形チューブラ水車
- ・ クロスフロー水車
- ・ 水中タービン水車

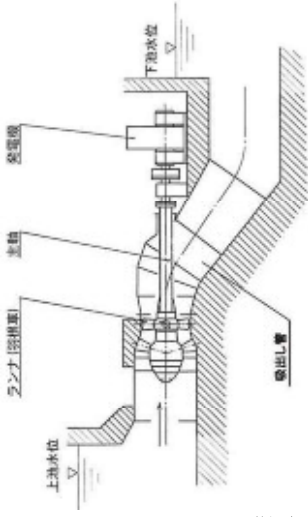
(4) S 形チューブラ水車

1) 適用範囲

- ・ 落差：3～18m 程度
- ・ 流量：1.5～40m³/s
- ・ 出力：50～5,000kW

2) 概要

低落差で比較的流量の多い地点に適用される水車で、圧力水頭と速度水頭を動力に変える。ランナーベーンあるいはガイドベーン可動とすることにより運転範囲(適用可能な流量範囲)が広がる。



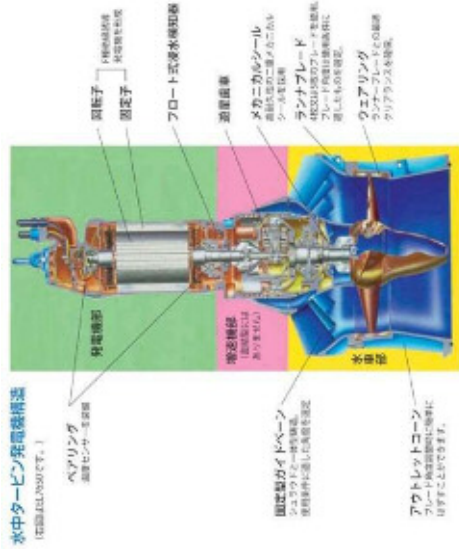
(5) 水中タービン水車

1) 適用範囲

- ・ 落差：2.8～20m 程度
- ・ 流量：0.4～10m³/s
- ・ 出力：10～500kW 程度

2) 概要

標準水中ポンプ型水車の一つ。円筒形のユニオン内部には、水車・発電機が一体化されており、シール機構により水中での運転が可能。流量変化に対しては、ランナブレッド角度を手動にて調整することで対応可能。



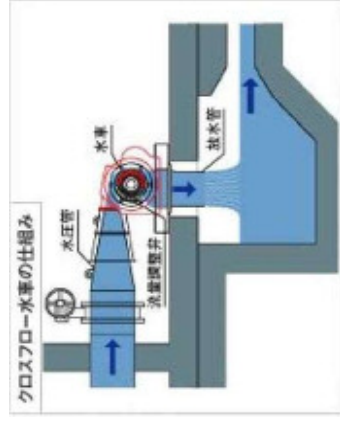
(2) クロスフロー水車

1) 適用範囲

- ・ 落差：5～200m 程度
- ・ 流量：0.1～8.0m³/s
- ・ 出力：10～1,000kW

2) 概要

シロッコファンに似た形状のランナと 1 枚または 2 枚のガイドベーンからなる簡単な構造であり、水流はいったんランナの内側に入り中心部を横切り再びランナの外部へ出る貫流式で、2 回にわたりエネルギーがランナに与えられるため比較的高い効率が得られる水車である。



4. 経済性の評価

(1) 基本条件

3) 補助金割合

・ 初期投資に対する補助率:

①補助 0%

②補助 50% (国庫)

③補助 65% (国庫+県)

4) 事業効果検討期間

事業効果検討期間は、固定価格買取制度期間の20年、及び40年とする。水車機器の耐用年数である20年後の水車更新費用について、固定価格買取制度期間の20年間で収益が見込まれるケースについては、水車機器更新費用を見込んだ場合での評価を実施する。また、その際の更新費用に対する補助率は50%と設定し、水車機器費用更新に対する利息も考慮する。

5) 売電単価

| 検討ケース | 補助率(%) | | FIT 売電単価 (円/kWh) | 納付単価 (円/kWh) | 設定売電単価 (円/kWh) | 20年後単価 (円/kWh) |
|-------|--------|----|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| | 国 | 県 | | | | |
| ① | 0 | 0 | 34 | 0 | 34 | |
| ② | 50 | 0 | 34 | 4.76 | 29.24 | 10 |
| ③ | 50 | 15 | 34 | 4.76 | 29.24 | |

(6) 維持管理費の条件

1) 借入金利息

・ 借入金利息 : 0.70%

日本政策金融公庫、農業基盤整備資金の平成27年12月18日現在における都道府県等の利率を参照

2) 固定資産税

・ 固定資産税 : 計上しない (管理主体は土地改良区を想定する)

3) 電気設備点検のための人件費

・ 668千円/年 (水車稼働期間の7ヶ月間の電気設備点検のための委託人件費)

4) 修繕費 (水車機器の点検)

| 水車形式 | 年間修繕費(千円) | 修繕費算出方法 |
|-----------|-----------|-----------------|
| S形チューブラ水車 | 3,950 | メーカーリアリング結果 |
| 水中タービン水車 | 3,732 | メーカーリアリング結果より試算 |
| クロスフロー水車 | 3,219 | メーカーリアリング結果より試算 |

(7) 事業費の条件 (S形チューブラの場合)

算出した概算事業費一覧表を示す。なお、事業費は以降に示す方法により算出した。

表5 S形チューブラ水車 概算事業費

| 項目 | 金額(千円) | 備考 |
|-----------|---------|--|
| ① 建物関係 | | |
| 1 建物工事費 | 16,000 | ・半地下式、出力170kW ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25)、添1-1 |
| 2 仮設備費 | 800 | ・直接工事費(1)の5% ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25)、P16 |
| 小計 | 16,800 | |
| ② 土木関係 | | |
| 1 直接工事費 | 23,133 | ・数量計算書及び概算工事費積算書 ・直接工事費(1)の10% ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25)、P14 |
| 2 雑工事費 | 2,313 | ・直接工事費(1)の5%+ ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25)、P16 |
| 3 仮設備費 | 1,157 | ・直接工事費(1)の5%+ ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25)、P16 |
| 4 土木関係工事費 | 26,603 | ・上記(1)~(3)の合計 |
| 5 諸経費 | 15,962 | 上記土木関係工事費(4)の60% |
| 6 小計 | 42,560 | |
| ③ 電気関係 | | |
| 1 水車機器費 | 247,000 | メーカー見積り |
| 2 仮設備費 | 12,350 | ・直接工事費(1)の5% ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25)、P16 |
| 3 電気関係工事費 | 259,350 | ・上記(1)~(2)の合計 |
| 4 諸経費 | 12,970 | 上記電気関係工事費(3)の5% |
| 5 小計 | 272,320 | |
| ④ ゲート設備関係 | | |
| 1 ゲート設備関係 | 25,500 | メーカー見積り |
| 2 除塵機械設備 | 24,000 | メーカー見積り |
| 3 諸経費 | 2,475 | 上記ゲート設備関係工事費の5% |
| 4 小計 | 51,975 | |
| ⑤ 調査委託費 | 26,860 | ①建物、②土木、③電気、④機械設備費用の合計7%を計上 ・水力発電計画工事費積算の手引き(H25) |
| 合計 | 410,515 | 上記①~⑤の合計 |

1) 建物関係

建物関係の工事費は最大出力をパラメータとして発電所形式別(地上式、地下式、半地下式)に下図から算出する。なお、仮設備費用として工事費の5%を計上する。

2) 土木関係

作成した図面より主要工種の概算数量及び単価を算出して概算工事費を算出した。

【土木工事費】S形チューブラ水車

工種：小水力発電設備設置工

種別：日当山地区

| 名称 | 規格 | 単位 | 数量 | 単価 | 金額 | 条件設定・振込等 |
|----------------|---|-----|-------|---------|------------|------------|
| 1式当り | | | | | | |
| 土工 | | | | | | |
| 床堀 | BH0.8m3, 障害無 | m3 | 700.1 | 260 | 182,026 | 単価表1-7号参照 |
| 埋戻 | 発生土 振動コハク | m3 | 77.1 | 1,872 | 144,331 | 単価表1-8号参照 |
| 埋戻 | 発生土 振動D-FHG式 | m3 | 233.6 | 1,674 | 391,046 | 単価表1-9号参照 |
| 残土 | 捨土運搬 | m3 | 354.9 | 1,000 | 354,900 | 推定価格 |
| 管水路工 | | | | | | |
| 管基礎工 | 埋戻用砂・BH投入+ 入力+振動コハク SP1500A用 固定ポスト 各 | m3 | 103.1 | 6,577 | 678,088 | 単価表2-9号参照 |
| コンクリート架台 | 固定ポスト 各 | m | 8.0 | 175,994 | 1,407,952 | 単価表2-14号参照 |
| 鋼管布設工 | SP1500A, SW-400A | m | 52.7 | 193,280 | 10,185,856 | 添接・内外面塗装含む |
| 水門設備工 | | | | | | |
| 本線締切ゲート | 別途計上 スルファートφ1500用 | 門 | 1.0 | — | — | |
| 取水ゲート | 別途計上 | 基 | 1.0 | — | — | |
| 水路隔壁工 | 底板・隔壁コンクリート | m | 24.1 | 83,391 | 2,009,723 | 単価表2-15号参照 |
| 発電設備設置工(放流口含む) | | | | | | |
| 均しコンクリート | 無筋 | m3 | 3.4 | 20,049 | 68,166 | 単価表3-4号参照 |
| 鉄筋加工組立 | D13 材工共 | t | 10.5 | 112,000 | 1,176,000 | 単価表3-2号参照 |
| 型枠 | 鉄筋 | m2 | 394.1 | 6,551 | 2,581,749 | 単価表3-3号参照 |
| コンクリート | 鉄筋 | m3 | 130.7 | 19,974 | 2,610,601 | 単価表3-6号参照 |
| 足場工 | 枠組足場 | 掛m2 | 205.4 | 3,383 | 694,868 | 単価表4-1号参照 |
| 支保工 | A・F・枠・ト | 掛m3 | 210.6 | 3,075 | 647,595 | 単価表4-4号参照 |
| 発電設備 | 別途計上 | 式 | 1.0 | — | — | |
| 建屋 | 別途計上 | 式 | 1.0 | — | — | |
| 計 | | | | | 23,132,901 | |
| 直接工事費 | | | | | 23,133 | (千円) |

3) 電気関係

電気関係工事費についてはメーカーアリアリング結果を用いる。なお、仮設備費用としてメーカーから受領した水車機器費用の5%を計上し、それらの合計金額に対して5%の諸経費を見込む。

4) 機械設備関係

小水力発電施設の設置に伴って新たに必要となる機械設備（ゲート、除塵機）の費用を計上し、それらの合計金額に対して5%の諸経費を見込む。

5) 調査委託関係

調査委託費用として調査委託費用、人件費、事務関係費等を計上する。本業務では①建物、②土木、③電気関係工事費及び④機械設備関係の合計の7%を計上する。

(2) 経済性評価

経済性評価結果一覧を以降に示す。

表 6 日当山地区 経済性評価一覧表

| 項目 | 単位 | 日当山地区 経済性評価總め | | | | | | | | | | 算出方法 | | |
|----------|----------------------------|-------------------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---|---------|----------------------------|
| | | S形チューブラ水車 | | 水中タービン水車 | | | | クロスフロー水車 | | | | | | |
| 基本 条件 | ① 補助率 | % | 0 | 50 | 65 | 0 | 50 | 65 | 0 | 50 | 65 | | | |
| | ② 最大使用水量 | m ³ /s | 3.68 | | | | | | | | | | | |
| | ③ 有効落差 | m | 6.57 | | | | | | | | | | | |
| | ④ 水車使用可能落差 | m | 6.57 | | | | | | | | | | | |
| 収 入 | ⑤ 水車発電機合成効率 | | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | メーカーアライング | | |
| | ⑥ 最大出力 | kW | 175.6 | 175.6 | 175.6 | 165.9 | 165.9 | 165.9 | 155.0 | 155.0 | 155.0 | =②最大使用流量×④水車使用可能落差×⑤水車発電機合成効率×9.8 | | |
| | ⑦ 稼働率 | % | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 鋼構造物計画設計技術指針(小水力発電設備編)H26.12、P.46 | | |
| | ⑧ 年間可能発電電力量 | kWh/年 | 607,954 | 607,954 | 607,954 | 598,294 | 598,294 | 598,294 | 491,578 | 491,578 | 491,578 | 別途計算結果 | | |
| | ⑨ 売電単価 | 円/kWh | 34.00 | 29.24 | 29.24 | 34.00 | 29.24 | 29.24 | 34.00 | 29.24 | 29.24 | 補助率なし:34円/kWh、補助率50%、65%:29.24円/kWh | | |
| | ⑩ 売電収入(年間) | 千円/年 | 20,670 | 17,777 | 17,777 | 20,342 | 17,494 | 17,494 | 16,714 | 14,374 | 14,374 | =⑧年間可能発電電力量×⑨売電単価 | | |
| | ⑪ 売電収入(20年間) | 千円 | 413,409 | 355,531 | 355,531 | 406,840 | 349,882 | 349,882 | 334,273 | 287,475 | 287,475 | =⑩×20年 | | |
| | ⑫ 電気関係工事費 (水車・発電機・電源線等) | 千円 | 272,320 | | | | | | | | | | 159,420 | |
| | ⑬ 土木関係工事費 (土木施設・発電所建屋等) | 千円 | 59,360 | | | | | | | | | | 59,360 | |
| | ⑭ 機械設備関係工事費 (ゲート設備等) | 千円 | 51,975 | | | | | | | | | | 51,975 | |
| 支 出 | ⑮ 調査委託費 | 千円 | 26,860 | | | | | | | | | | 21,570 | =⑩電気関係+⑬土木関係+⑭機械設備関係)×0.07 |
| | ⑯ 概算事業費 | 千円 | 410,515 | 205,258 | 143,680 | 329,700 | 164,850 | 115,395 | 289,705 | 144,853 | 101,397 | =⑫電気関係+⑬土木関係+⑭機械設備関係 | | |
| | ⑰ 維持管理費等 | 千円/年 | 8,046 | 6,609 | 6,178 | 7,236 | 6,082 | 5,736 | 6,381 | 5,367 | 5,063 | =人件費+修繕費+一般管理費+借入金利息 | | |
| | ⑱ 年間収支額 | 千円 | 12,624 | 11,168 | 11,599 | 13,106 | 11,412 | 11,758 | 10,333 | 9,007 | 9,311 | =⑩売電収入(年間)-⑰維持管理費 | | |
| | ⑲ 投資回収年 | 年 | 203.00 | 18.38 | 12.39 | 144.00 | 14.45 | 9.82 | 202.00 | 16.09 | 10.90 | =⑯概算事業費÷⑱年間収支額(20年以内の場合) 20年を超える場合には20年後の売電価格10円/kWhとして試算した値 | | |
| | ⑳ 20年間収入相当額 | 千円 | -158,026 | 18,094 | 88,291 | -67,580 | 63,392 | 119,767 | -83,052 | 35,282 | 84,818 | =⑱年間収支額×20-⑰概算事業費 | | |
| | ㉑ 設備利用率 | % | 40.00 | 40.00 | 40.00 | 41.00 | 41.00 | 41.00 | 36.00 | 36.00 | 36.00 | =⑧年間可能発電電力量/(⑥最大出力×24×365日) | | |
| | ㉒ 建設費単価 | 円/kW | 2,338 | | | | | | | | | | 1,869 | =⑯概算事業費/⑥最大出力 |
| | ㉓ 投資効率 | - | 0.67 | | | | | | | | | | 0.77 | |
| | ㉔ 総合評価※ | - | x | o | o | x | o | o | x | o | o | | | |

※: 固定価格買取制度期間(20年)内に投資を回収でき、20年間の収入相当額がプラスとなっているものについては、評価を○とし、この条件を満たさないものについては×評価とした。

※: 建設費単価は設備利用率に対して設定される値で、本地区で選定したS形チューブラ水車及び水中タービン水車(設備利用率50%~60%)に対しては、2,500千円/kW、水中タービン水車(設備利用率40%~50%)に対しては、2,000千円/kWが目安となる建設費単価である。

※4: 投資効率は1.0を超える場合には投資効果ありと判断される指標である。

5. 追加検討案

上記の水車選定図から選定した水車形式は、いずれも概算事業費が概ね 300,000 千円～400,000 千円と高額であり、団体営事業として土地改良区や地元の霧島市が主体的に事業を進めていく場合には、初期投資への負担金額が大きく現実的に設置が難しいものであるとも想定され、実際に平成 28 年 3 月に実施した地元協議においてもそのような意見があった。また、本地点が放水門という事で、かんがい期には全く発電できないため、設備利用率が 40%前後と低い事も発電施設を維持管理していく上での懸念となる。

そこで、上記 3 案に対する追加の検討案として、現況の分水施設及び導水管 (HP 管、φ400) を利用した発電案についても概略検討を実施した。分水施設を利用する事で、上記の検討案では発電不可能であったかんがい期間での発電も可能となる案であり、設備利用率も高くなる案である。以降にその結果を示す。

(1) 小水力計画条件

1) 流量

上記の通り、湯田放水門上流側の既設分水ゲートの大きさが 400mm であるため、導水管の管路径は 1 ランク落とした φ350mm と想定する。

管径 φ350mm で通水可能な流量は、土地改良事業計画設計基準「バイブライナー」P.174 を参照して、管内流速を許容値の 2.0m/s 以内とした場合の流量として $Q=0.19\text{m}^3/\text{s}$ となる。なお、本案は既設の分水ゲートから取水して下流側の用水に供給している管路であり、上記の通り流量が $0.19\text{m}^3/\text{s}$ である事から年間を通じて本流量が取水できると判断して年間 $0.19\text{m}^3/\text{s}$ を取水する事とする。

$$Q = (\text{管断面積} : A) \times (\text{流速} : V) = 0.35 \times 0.35 \times 3.14 \div 4 \times 2 \div 0.19\text{m}^3/\text{s}$$

2) 落差の設定

落差に関しては現地概則した結果より、放水路の河床高から現況の導水管まで約 2m の標高差が存在した。したがって、上記で設定した 3 案の総落差から便宜的に 2m 差し引いた値で設定する。

3) 小水力計画条件

- ・ 流量 = $0.19\text{m}^3/\text{s}$ (通年発電可能)
- ・ 落差 = $7.07\text{m} - 2.0\text{m} = 5.07\text{m}$ (総落差)
- ・ 選定水車：インライン式チューブラ水車

(2) 経済性評価

追加で検討した年間を通じて発電が可能となる案として検討した案について経済性評価を実施した。結果として、建設費単価の目安、投資効率について基準値を満たすことはなかった。また、補助率を考慮したいずれの検討ケースでも発電による収益を得る事ができず、経済性評価としては良い結果とはならなかった。

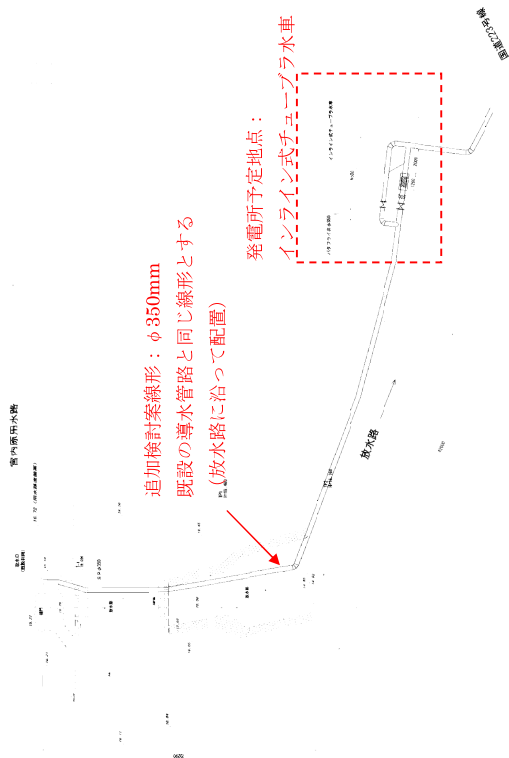


図 4 日当山地区 追加検討案平面図

| 項目 | 単位 | 日当山地区 経済性評価の インライン式チューブラ水車 (追加検討案) | 算出方法 |
|--|-------------------|--|--------|
| 水車形式 | - | | |
| ① 補助率 | % | 0 | 50 |
| ② 投入使用水量 | m ³ /s | 0.19 | |
| ③ 有効落差 | m | 4.87 | |
| ④ 水車使用可能落差 | m | 4.87 | |
| ⑤ 水車発電機効率 | % | 0.60 | 0.60 |
| ⑥ 最大出力 | kW | 5.4 | 5.4 |
| ⑦ 稼働率 | % | 95.00 | 95.00 |
| ⑧ 年間可能発電電力量 | kWh/年 | 42,279 | 42,279 |
| ⑨ 発電単価 | 円/kWh | 23.24 | 23.24 |
| ⑩ 発電収入(年間) | 千円/年 | 1,441 | 1,239 |
| ⑪ 発電収入(20年間) | 千円 | 28,818 | 24,783 |
| ⑫ 電気関係工事費 (土壌関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費) | 千円 | 39,910 | |
| ⑬ 土木関係工事費 (土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費) | 千円 | 15,040 | |
| ⑭ 土木関係工事費 (土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費、土木関係工事費) | 千円 | 39,795 | |
| ⑮ 関係委託費 | 千円 | 6,640 | |
| ⑯ 総事業費 | 千円 | 101,975 | 95,688 |
| ⑰ 種別管理費等 | 千円/年 | 1,310 | 955 |
| ⑱ 種別管理費 | 千円 | 131 | 284 |
| ⑲ 投資回収年 | 年 | 57.00 | 275.00 |
| ⑳ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉑ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉒ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉓ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉔ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉕ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉖ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉗ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉘ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉙ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉚ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉛ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉜ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉝ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉞ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㉟ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊱ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊲ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊳ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊴ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊵ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊶ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊷ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊸ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊹ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊺ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊻ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊼ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊽ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊾ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊿ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊽ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊾ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |
| ㊿ 投資回収率 | % | 90.00 | 90.00 |

※ 国庫債償取制度期間(20年)内に投資を回収でき、20年間の収入相抵額がプラスとなっているものについては、評価を〇とし、この条件を満たさないものについては×評価とした。

第3章 設計図面作成 内目次

| | | |
|------|-------------|-----|
| 第3章 | 設計図面作成..... | 3-1 |
| 3.1. | 計画図面..... | 3-1 |
| 3.2. | 縮小図面..... | 3-1 |

第3章 設計図面作成

3.1. 計画図面

前項までの概略検討結果を基に、小水力発電施設の一般計画図を作成した。作成した図面の目録を以下に示す。

表 3.1-1 図面目録

| 番号 | 名 称 | 縮尺 | 備考 |
|----|------------------------|-------|-----------------------|
| 1 | S形チューブラ水車 計画平面図 | 1/100 | 非かんがい期のみの発電案 |
| 2 | S形チューブラ水車 計画縦断図 | 1/100 | 〃 |
| 3 | インライン式チューブラ水車 計画平面図 | 1/100 | 現在の導水設備を利用した 通年発電案 |
| 4 | インライン式チューブラ水車 計画縦断図 | 1/100 | 〃 |

3.2. 縮小図面

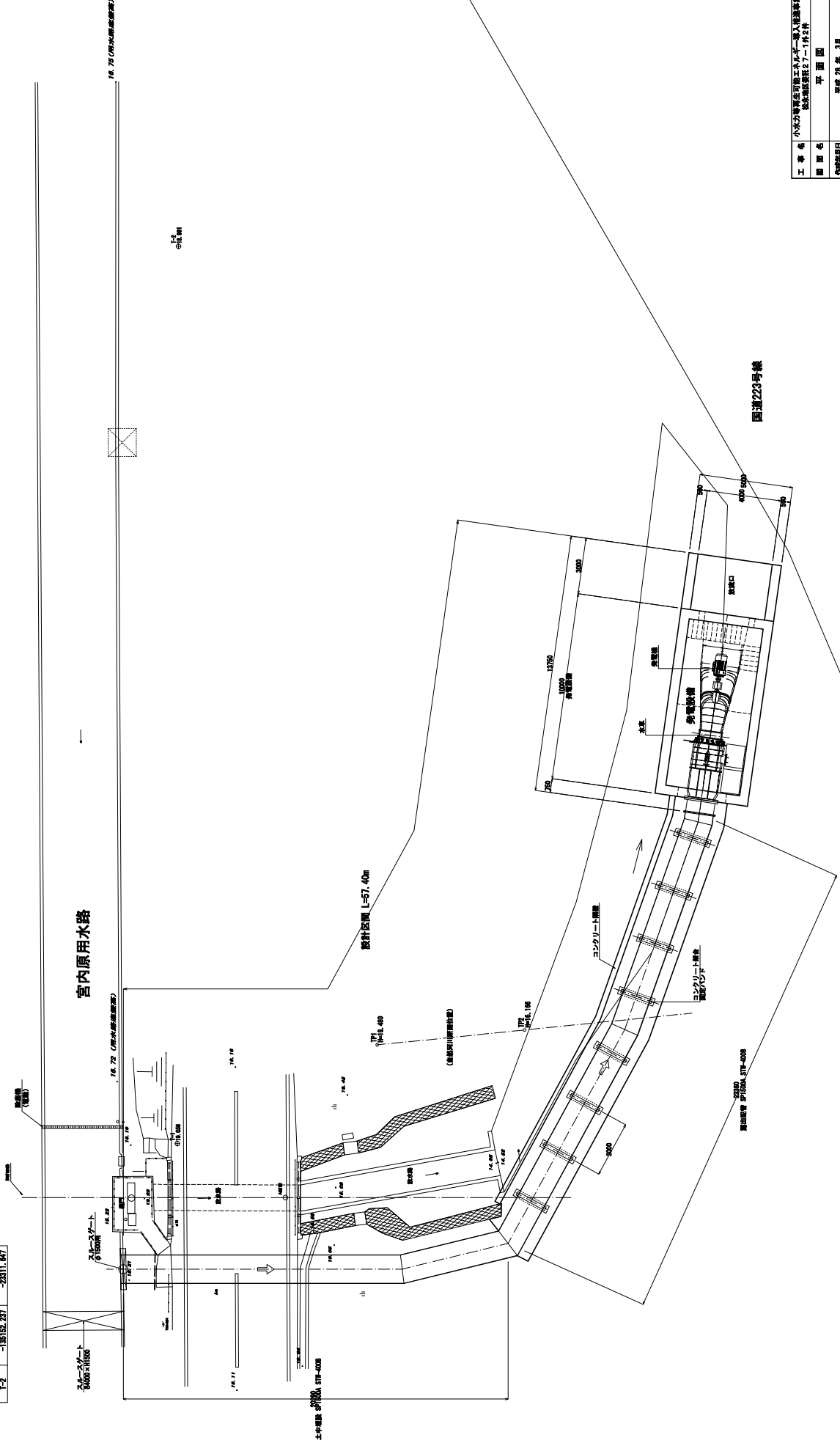
次頁以降に作成した図面の縮小版を添付する。

【S型チューブラ水車案】

日当山地区 平面図
S=1:100



| 座標一覧表 | |
|-------|------------|
| 測点名 | Y座標 |
| X座標 | -23317.805 |
| P-1 | -23317.805 |
| P-2 | -23317.801 |



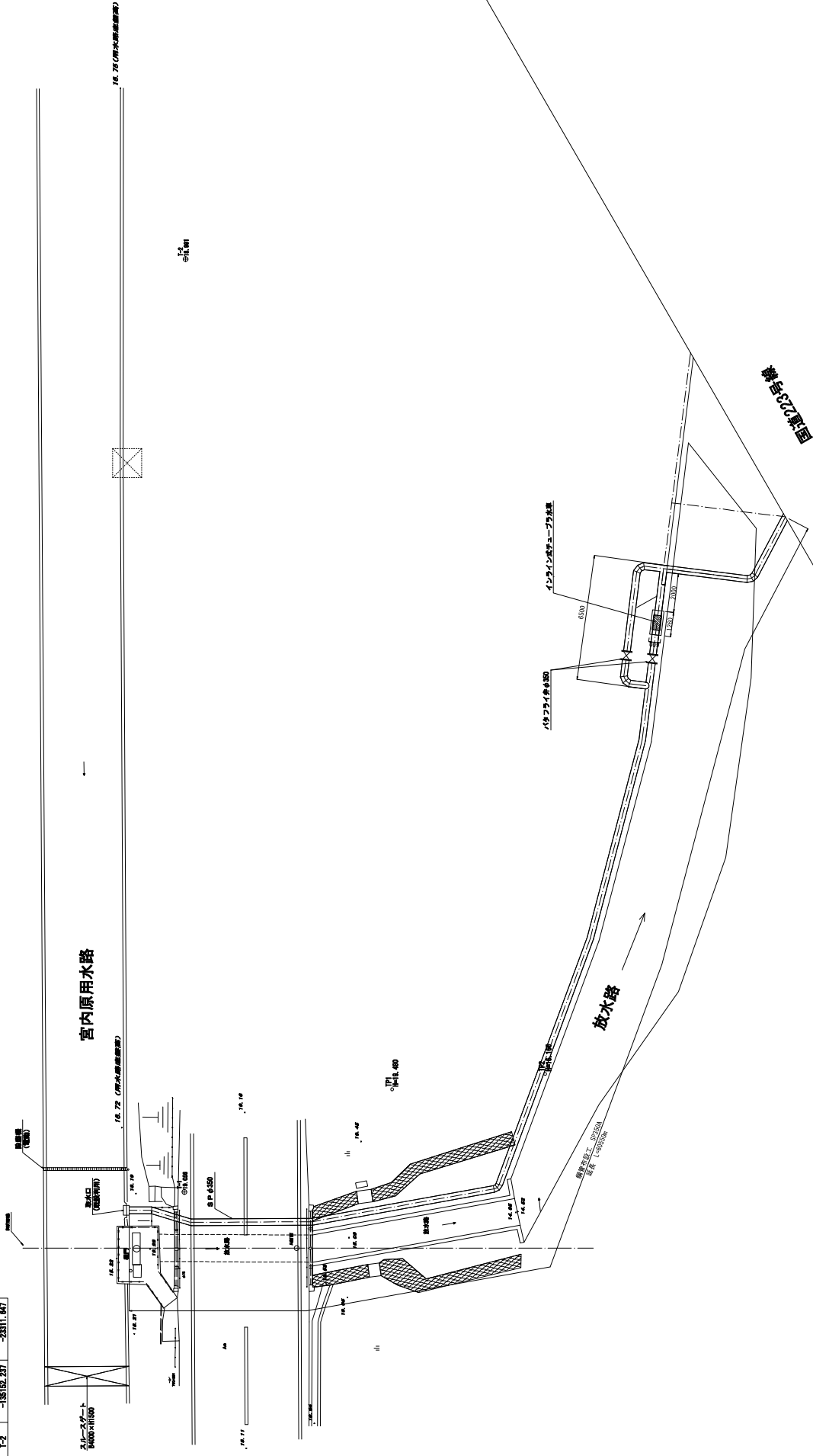
| | |
|-------|--|
| 工 事 名 | 小水力発電工事業工小水力一級入証取得事業 日当山地区S型チューブラ水車 |
| 図 面 名 | 平 面 図 |
| 作成年月日 | 平成 28 年 3 月 |
| 縮 尺 | 1:100 図面番号 日当山-1 |
| 会 社 名 | 日 本 工 業 機 械 有 限 公 司 |
| 事務所名 | 東京都港区新橋・新大塚駅前南側 株式会社日本工業機械 |

【インライン式チューブラ水草案】

日当山地区 平面図
S=1:100

座標一覧表

| 測点名 | X座標 | Y座標 |
|-----|-------------|------------|
| P-1 | -238162.498 | -23317.895 |
| P-2 | -238162.231 | -23317.671 |

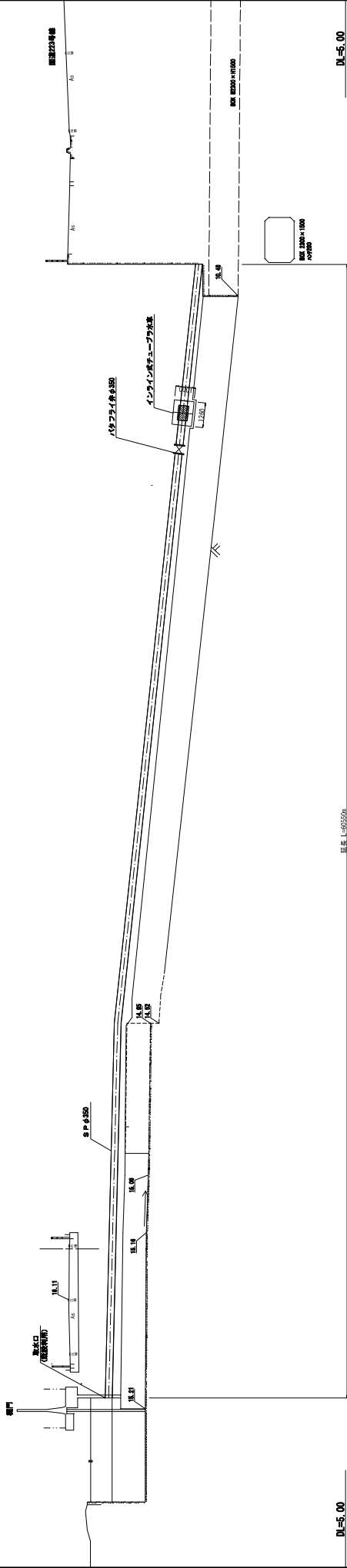


| | |
|-------|----------------------------------|
| 工 務 者 | 小水が専任技術士事務所 監理技術士 藤田 一 行 氏 |
| 図 面 名 | 平 面 図 |
| 作成年月日 | 平成 28 年 3 月 |
| 縮 尺 | 1:100 |
| 図面番号 | 日当山-3 |
| 会 社 名 | 日 本 工 業 株 式 会 社 |
| 事務所名 | 東京 港区 赤坂 赤坂 2-1-1 日本工業株式会社 本社 |

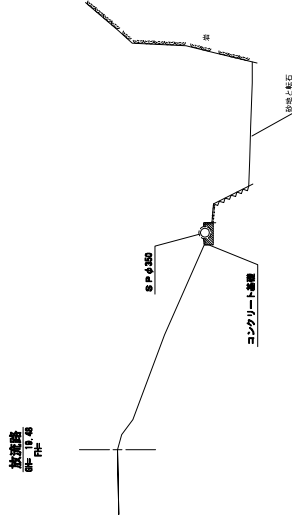
【インライン式チューブ水葦案】

日当山地区 縦断面
S=1:100

A
S=1:100
1/100



放流路断面図
S=1:100



D=5.00

| | |
|-------|--------------------|
| 工 事 名 | 小水力発電工事業工事業用管線敷設工事 |
| 図 面 名 | 縦断面 |
| 作成年月日 | 平成 28 年 3 月 |
| 縮 尺 | 1:100 |
| 社 会 名 | 日 本 工 業 株 式 会 社 |
| 事業所名 | 東京事務所 東京都中央区新富町一丁目 |