

令和6年度中小水力発電自治体主導型案件創出調査等支援
事業費補助金

会津若松市河東八田小水力発電所調査設計事業性評価事業
業務委託

(交付決定番号: FC24250001)

事業性評価報告書

令和8年2月

発注者: 会津電力株式会社

受注者: 合同会社クラウドグリッド

要約	3
はじめに	4
1.事業の目的	5
2.事業の目標	5
3.事業の内容	5
3-0 事業性評価調査の概要	5
3-1 事業性評価調査の必要性と効果	6
3-2 事業性評価調査事業の実施場所について	7
3-2-1 位置	7
3-2-2 地形及び地勢	7
3-2-3 気象	9
3-3 流量観測調査	10
a.流量観測調査の場所	10
b.流量調査の手法と手順	10
c.流量観測調査の結果	13
3-4 流量資料の整理	15
3-5 地形測量	17
3-6 地質調査	20
3-7 発電施設の配置計画と基本事項の検討	22
3-7-1 検討結果	23
3-9 基本設計	28
3-10 概算事業費の算出	41
3-11 事業性評価	42
4.事業スケジュール	45
5.事業の成果等	46
<資料編>	47

要約

本調査では、流量観測、地形測量、地質調査、基本設計を実施し、下記の諸元数値を得た。

- ・取水位：300.60m
- ・ヘッドタンク水位：299.42m
- ・発電所：283.590
- ・放水位：282.190
- ・総落差：17.230m
- ・有効落差：14.301m
- ・発電出力：116.2kW
- ・設備利用率：56%

上記で得られた諸元数値から20年間のキャッシュフローを作成し、事業性評価を実施した。

- 20年間可能発電量：10,820,000kWh（571,781kWh/年）
- 売電価格：22円/kWh（税抜き）
- 20年間売電収入：2億3804千円（税抜き）
- 20年間累積収支：-1億5690千円（税抜き）
- PIRR：-18.27%
- EIRR：算出できず
- 最大DSR：3.34
- 最小DSR：-0.39
- 平均DSR：0.05
- 総事業費：4億6300万円（税抜き）*設計費等含まず
- 会津若松市の脱炭素先行地域補助金2/3を申請予定
- 出力あたり建設単価(円/kW)は、2,048万円
- 電力量あたり建設単価(円/kWh)は、439円
- 発電方式別基準値（経済性ランク）では、「C」となった。圧力管コスト削減、人件費等見直しによる収益改善を検討し、次年度以降の事業化に向けて継続して取り組む

はじめに

本事業は、令和6年度中小水力発電自治体主導型案件 創出調査等支援事業費補助金により実施した。

参考にした資料及び利用した情報については以下のものを用いている

国勢調査	: 参照元	総務省
国立社会保障・人口問題研究所 将来推計人口	: 参照元	総務省
住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数	: 参照元	総務省
平成20年～24年人口動態保健所・市町村別統計	: 参照元	厚生労働省
水管理・国土保全	: 参照元	国土交通省
河川データブック	: 参照元	国土交通省
中小水力発電支援サイト流量・流況データベース	: 一般社団法人新エネルギー財団	
中小水力発電計画導入の手引き	: 発行元	経済産業省資源エネルギー庁他
水力発電計画工事費積算の手引き	: 発行元	経済産業省他
正常流量検討の手引き	: 発行元	国土交通省
水力発電水利審査マニュアル(案)	: 発行元	国土交通省
発電ガイドラインについて	: 発行元	国土交通省
1/25000地形図(国土地理院電子国土web)		
地質図NAVI(国立研究開発法人 産業技術総合研究所 / 地質調査総合センター)		
1/25000植生図(環境省生物多様センター自然環境保全基礎調査植生調査)		

1. 事業の目的

会津若松市脱炭素先行地域計画案件の会津若松市河東八田小水力発電所建設に向けた調査設計を実施する。

2. 事業の目標

- (1) 流量調査（取水地点で月一回計11回）
- (2) 地形測量
- (3) 地質調査
- (4) 基本設計
- (5) 事業性評価

3. 事業の内容

3-0 事業性評価調査の概要

- 事業者名 会津電力株式会社
- 事業名 会津若松市河東八田小水力発電所調査設計事業性評価事業
- 事業期間 令和7年3月24日 ～ 令和8年2月27日
- 調査を実施する発電設備の概要（申請時）
 - ・発電形式 : 水路式
 - ・使用水量 : 0.98 m³/s
 - ・有効落差 : 17.5m
 - ・総合効率 : 85.63%
 - ・発電出力 : 140.0kW
 - ・導水路長 : 20m
 - ・水圧鉄管長 : 352m

3-1 事業性評価調査の必要性と効果

鶴ヶ城に代表される歴史や、深い文化・伝統が今も息づいている城下町で、訪れる人々に長い歴史の息吹を感じさせる。また「米どころ」「水どころ」として知られており、豊かな自然環境に恵まれた農業地域である。肥沃な大地と清らかで豊富な水、そして盆地特有の寒暖差が大きい気候は、農作物の栽培に最適な条件を備えている。

一方で、伝統と革新が共存する街でもあり、日本で最初のコンピュータ理工学専門大学である会津大学が開学したことをきっかけに、ICT関連企業が集積する地域としても成長を遂げている。伝統文化を大切にしつつ、未来志向のまちづくりを目指している。

なお、豊富な水資源を利用した水力発電が盛んな地域であり、猪苗代湖から発する大小様々な農業幹線用水路を利活用した水力発電所が運用されている。主な水力発電所には、歴史的な赤煉瓦造りの「猪苗代第二発電所」、県営の「小谷発電所」、農業用水を利用した「戸ノ口堰小水力発電所」などがある。

調査から得られる事業性評価は、この地域において、地域特性に応じた再生可能エネルギーである小水力発電という純国産水資源を用い、地元主体の地域密着型自然エネルギーによる発電施設が新たに稼働することにより、エネルギー価格高騰に対応する資するほか、地域の未利用資源を活用した産業振興や非常時のエネルギー確保による防災力強化、地域エネルギー収支の改善等、多様な地域課題の解決にも貢献し、地方創生に資するものである。

3-2 事業性評価調査事業の実施場所について

本業務の対象箇所は以下の地点である。

3-2-1 位置

- ・福島県会津若松市河東町八田地区 上堰幹線用水路 1カ所

図 1 出典：国土地理院 地理院地図電子国土web



3-2-2 地形及び地勢

調査地は磐梯山（1816m）と猫魔山（1403m）に支配された火山麓扇状地の扇端部に位置し、標高 300m 程度の起伏に富んだ台地を形成している。水系は起伏地形により判別が困難であるが、概ね東方の猪苗代湖に端を発し、阿賀川水系の大工川に向かって西流する。周辺の都市圏活断層図（図 2.2）によれば、調査地は岩屑なだれ堆積面にあたり、右岸側は 10~30 度程度の傾斜地（段丘崖）が広がっている。また調査地より西へ 2km ほどの地点においては南北に会津盆地東縁断層帯が走っており、活断層として認定されている

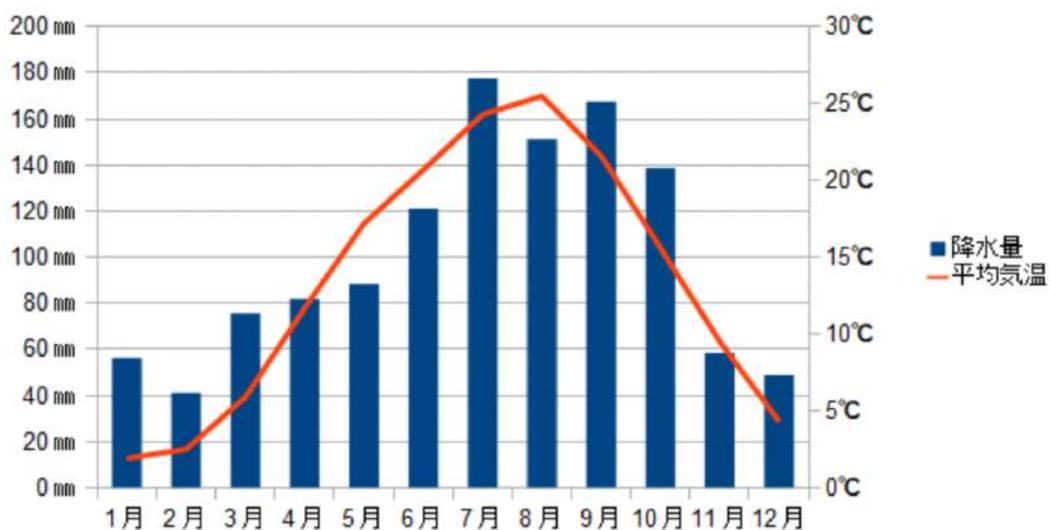
図 2 出典：国土地理院 地理院地図電子国土web



3-2-3 気象

- **冬期**：日本海側の気候となり、雪の日が多い。
- **夏期**：盆地特有の高温多湿な日が多い。
- **気候帯**：内陸性の気候であり、四季がはっきりしている。

会津若松市の降水量平均値と平均気温



福島県の雨温図

3-3 流量観測調査

流量調査では、取水地点において水位計を設置し、1時間毎の水位を記録、併せて期間中計11回の流量観測を実施し、上堰幹線用水路が持つ水利権で流れている期別流量及び水位計データ、実測データとの相関関係を調べた。

a. 流量観測調査の場所

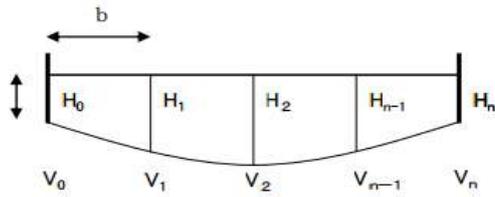
農業用水路の中で、前後に取水構造物やカーブのない流れが安定した場所を観測した。



図3

b. 流量調査の手法と手順

- 流量観測業務の仕様書に基づき、上記地点において、月1回以上を目処に、用水路幅に対して鉛直5箇所での流量観測を行った。
- 用水路幅に対して鉛直5箇所の測点を確保する測定幅（ピッチ）を設定し、水深、流速（水深<75cmの場合は水面から6割水深）を実測し、以下の計算式にて流量を求めた（JIS K 0094 準拠）。
- 計測は、ケネック社製LP40型電磁流速計を用いた。



b : 測定幅 (m)
 H : 水深 (m)
 V : 流速 (m/s)
 Q : 流量 (m³/s)

$$Q = b \times (H_0 + H_1) / 2 \times (V_0 + V_1) / 2 + b \times (H_1 + H_2) / 2 \times (V_1 + V_2) / 2 + \dots + b \times (H_{n-1} + H_n) / 2 \times (V_{n-1} + V_n) / 2$$

電磁流速計 LP40

MODEL:LP40/LPT-425



本体 : LP40 検出器 : LPT-425

図5 電磁流速計 : Kenek 社製LP40 (Kenek 社ホームページより)

本体仕様 LP40		検出器仕様 LPT-425	
測定方向	1軸1方向	検出方法	電磁式
測定範囲	0~4m/s	最低使用水深	25mm
測定精度	±2%/FS	防水耐圧	196kPa(20m水深相当)
測定モード	オート	使用水質	水道水、工業用水、河川湖沼水、ダム貯水など
雑音	流速換算値にて±0.005m/s	使用水温範囲	0~+40°C (凍結不可)
応答時間	0.5秒	検出器形状	φ25mm 全長約95mm
平均時間	1,5,10,20,40,60秒	ケーブル長	標準2m(直付)
流速表示	デジタル4桁 0.000m/s	※オプション	マルチベーンセット (重錘、ロープ、流向翼、懸垂金具)
ゼロ調整	オート		
使用環境	0~40°C 湿度20~80%RH		
電源	単三乾電池×4本 (アルカリ新品時約6.5時間駆動)		
寸法	100W×190H×45D (mm) (突起物除く)		

写真：流量観測の様子

2025/08/22 流量1.089m³/s

2026/02/06 流量0.408m³/s



c. 流量観測調査の結果

流量観測記録表（表1）に実測値を記録した。調査期間中、計11回の流量観測調査を実施した。観測記録の一覧を表2に示す。

図4 流量観測記録表

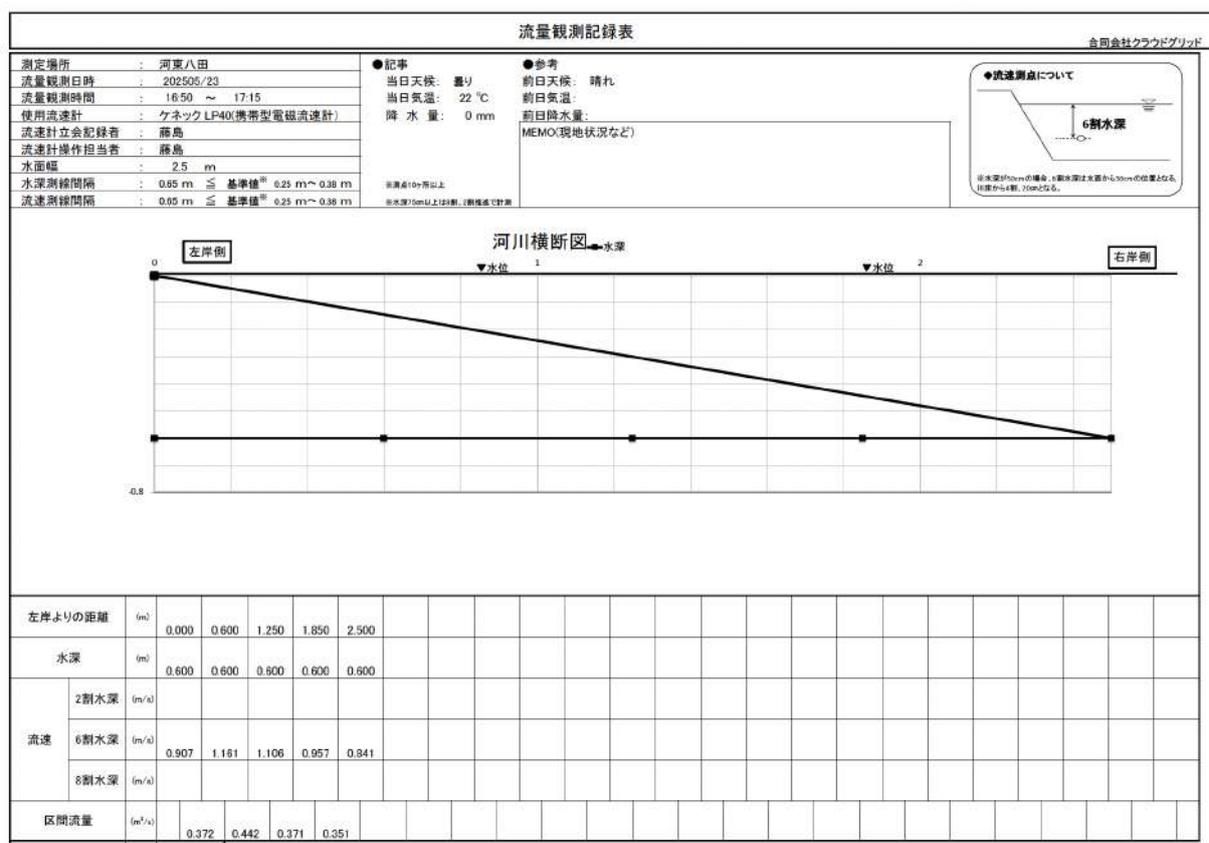


表 1 流量観測値

流量観測_			
実測データ			
月日	時間	流量 (m ³ /s)	水深(m)
20250523	16:50	1.536	0.60
20250624	11:30	1.171	0.50
20250718	13:00	1.212	0.50
20250822	11:45	1.089	0.50
20250926	11:00	0.387	0.30
20251028	10:00	0.422	0.32
20251128	10:40	0.412	0.32
20251226	10:40	0.432	0.32
20260116	11:40	0.487	0.34
20260206	11:30	0.408	0.31
20260213	11:30	0.366	0.30

グラフ1 流量観測結果と水位計データ及び期別流量との比較



3-4 流量資料の整理

水位計データと流量観測11回のデータからは、許可されている期別流量を全て上回っていることが記録されている。

- ・代かき期：5月10日～5月24日；1.151m³/s→実測値 1.536m³/s
- ・普通期：5月25日～9月20日；1.053m³/s→実測値 1.089m³/s
- ・非灌漑期：9月21日～5月9日；0.328m³/s→実測値 0.366m³/s

水利使用標識	
河川名	一級河川 阿賀野川水系 日橋川
許可年月日・許可番号	平成28年2月8日 国北整水河第124号
許可期限	平成37年3月31日
許可権者名	国土交通省北陸地方整備局長
水利使用者	会津東部土地改良区
水利使用の目的	日橋堰大工川注水口(かんがいの為)
注 水量	代掻期 5月10日～5月24日 1.151m ³ /s
	普通期 5月25日～9月20日 1.053m ³ /s
	非かんがい期 9月21日～翌年5月9日 0.328m ³ /s
かんがい面積	289.8 ha
取水施設管理者	会津東部土地改良区 (0242-75-3270番)
所轄事務所名	阿賀川河川事務所 (0242-26-6441番)

発電用使用水量計画としては、水利使用で許可されている代かき期 (1.151m³/s) を上回らない最大使用水量でありつつ、非灌漑期の流量 (0.328m³/s) を上回らない水量を常時使用水量に設定するために、最大使用水量を0.98m³/sと設定し、その30%を下限とした常時使用水量0.294m³/sを設定した。

○発電使用水量 (m³/s)

最大使用水量 (112日) : 0.98m³/s

常時使用水量 (253日) : 0.294m³/s ※最大使用水量の30%を想定

3-5 地形測量

仕様書及び現地協議に基づいて、下記の通り測量を実施した。

- ア 世界測地系にて座標管理をおこない、堅固な場所に基準点を設置する事。
- イ 現地測量は、縮尺 1/500 にて平板測量を実施するものである。なお、小水力発電設計業者および発注者と密に連携し、計画に支障のない範囲を測量の事。
- ウ 測量調査には、土地所有者等の地籍調査は含まない。
- エ 路線測量 360m
- オ 現地測量 0.020km²

平面図（縮尺1/500）

縦断面図

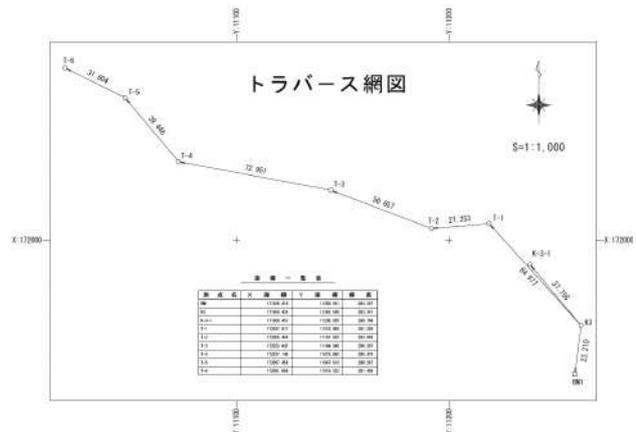
横断面図（取水地点5 本、発電所地点5 本、変化点に応じて5 本～10 本程度）

本測量によって、

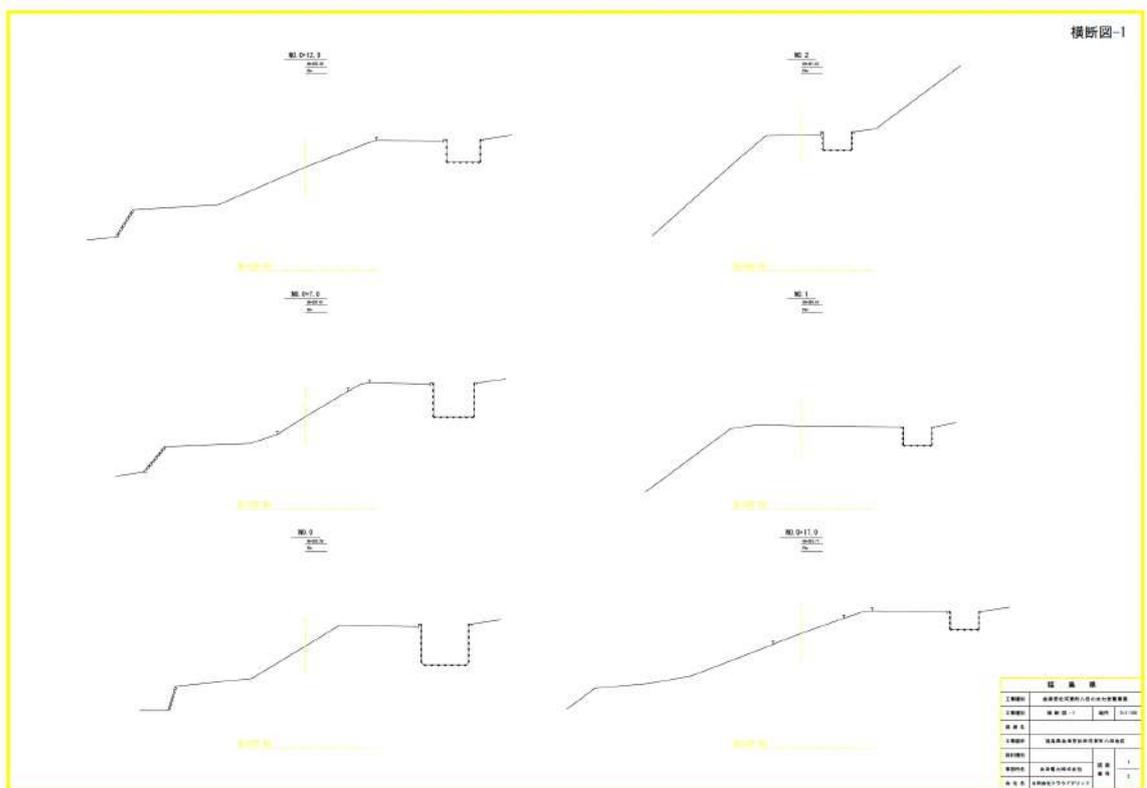
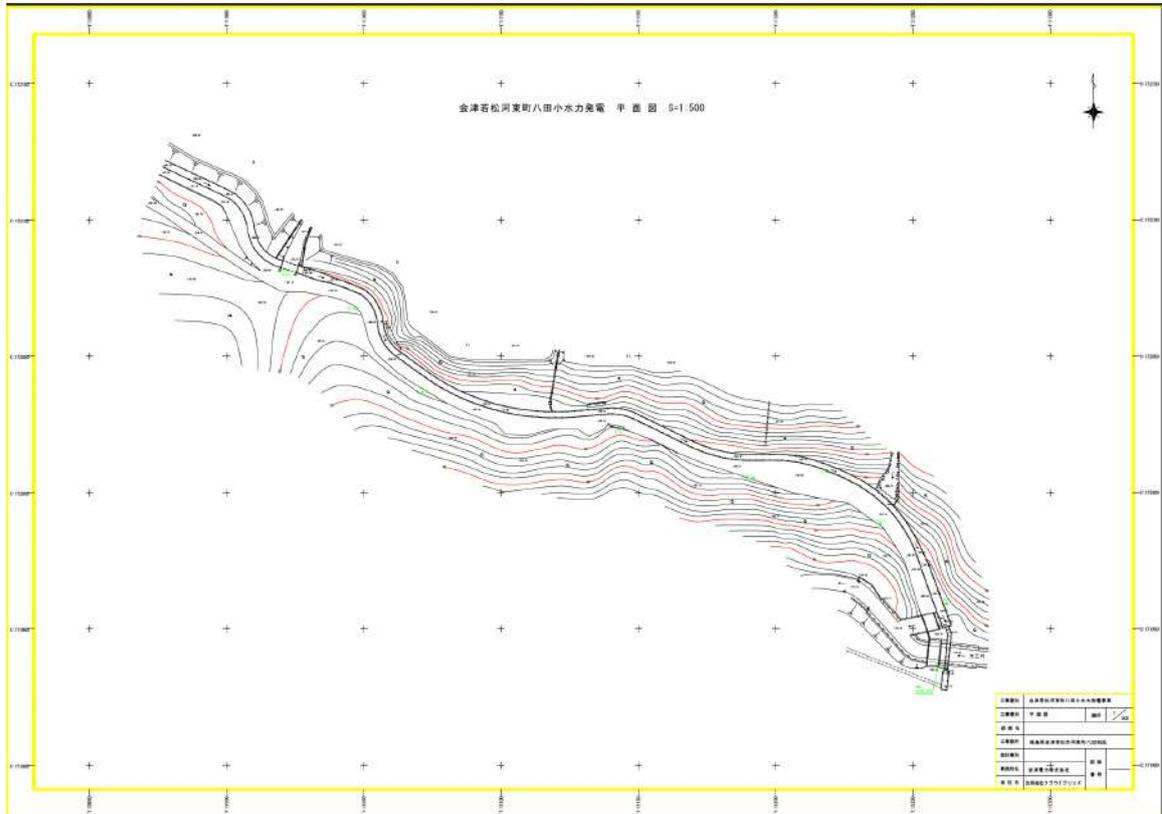
- ・ 単距離、総距離
- ・ 取水予定地点の地盤高、川床高
- ・ 発電所予定地点の地盤高、川床高、
- ・ 放水予定地点の地盤高、川床高
- ・ 総落差

のデータを得た。

仮 B M 点 の 記				
名 称	T-6	平面座標	X	172081.568
等 級	ベンチマーク		Y	11919.333
標識種類	金属釘	標 高	H	301.409
備 考	世界測地系 第Ⅷ系 トラバース点及び仮BM点兼用			
連 接 写 真				
				
近 景 写 真				
				



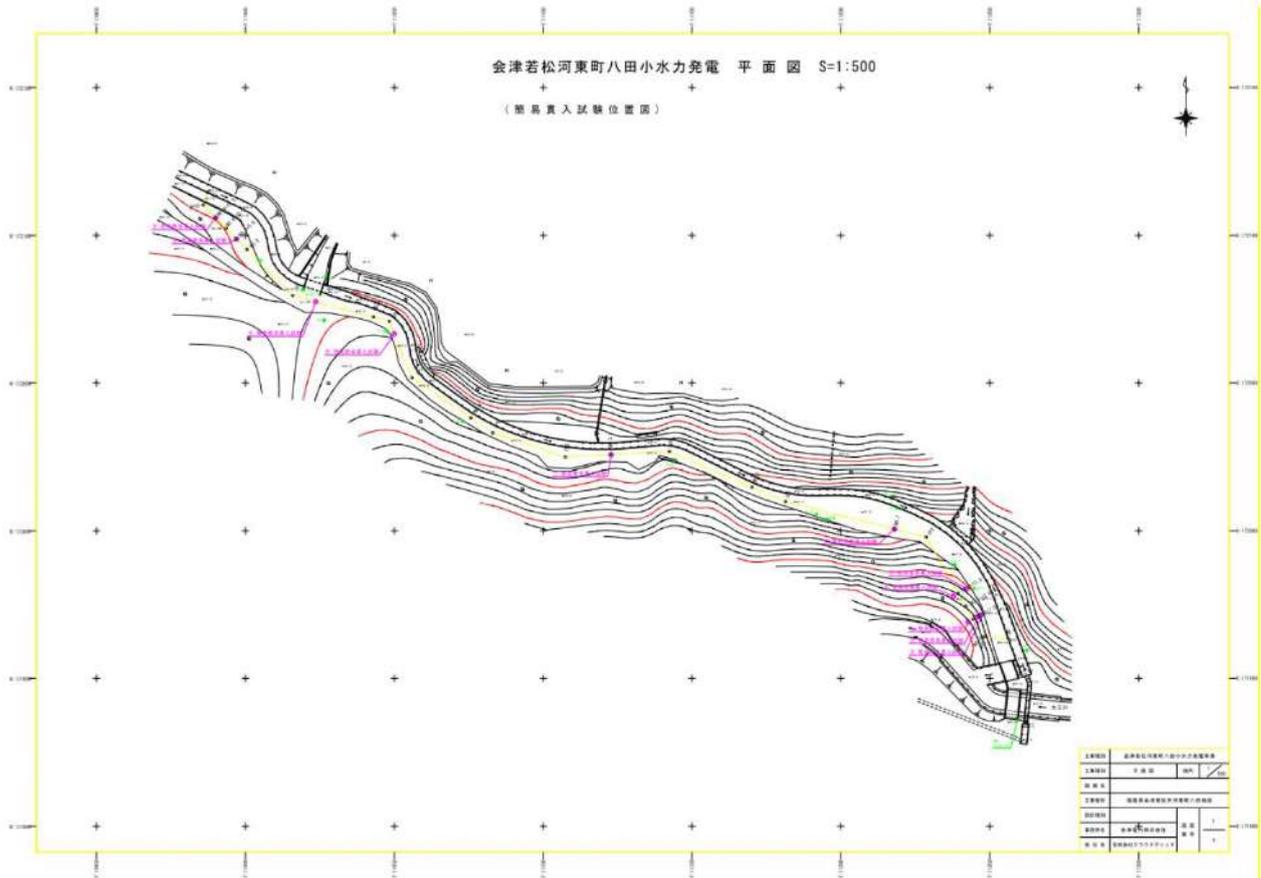
地形測量平面図



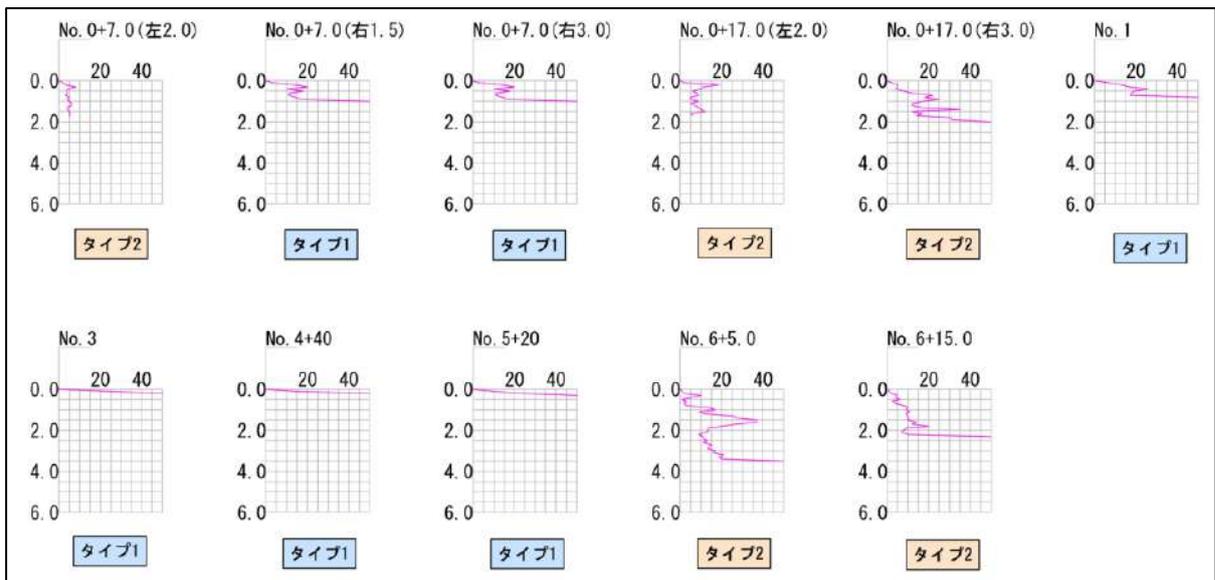
3-6 地質調査

本調査では、仕様書と現地協議に基づき、ヘッドタンク部分（2箇所）と圧力管路埋設部分（4箇所）、発電所建設部分（4箇所）において、簡易貫入試験を実施した。

位置図



簡易動的コーン貫入試験



3-6-1 調査結果

簡易動的コーン貫入試験を行った結果、2つのタイプに大別される。深度1m以内で貫入が不能となる場合をタイプ1、深度1.5~3.5m程度貫入が可能であった場合をタイプ2としている。

タイプ1は縦断測線上の地点で見られる。縦断測線上である道路の路床には砕石が用いられているほか、施工時に十分な転圧がなされることにより、比較的浅い深度にてNd値50以上を示す計測値が得られたと推測される。タイプ2は道路横断方向の斜面部で見られる。本調査地は岩屑なだれ堆積物分布域の末端部にあたり、流れ山として火山岩塊（巨礫の転石）を伴うことがある。そのため、タイプ2では部分的にNd値30以上を示す深度も認められるが、基質は風化・変質によって軟弱となり基本的には10程度のNd値を示す。

・地盤性状検討は、得られた地山の平均Nd値は10.79、N値は4.4程度の軟弱な地盤である

・内部摩擦角の算定は、はDunham式による概算で算出したのち、得られた代表値（ $\phi = 30^\circ$ ）を採用した

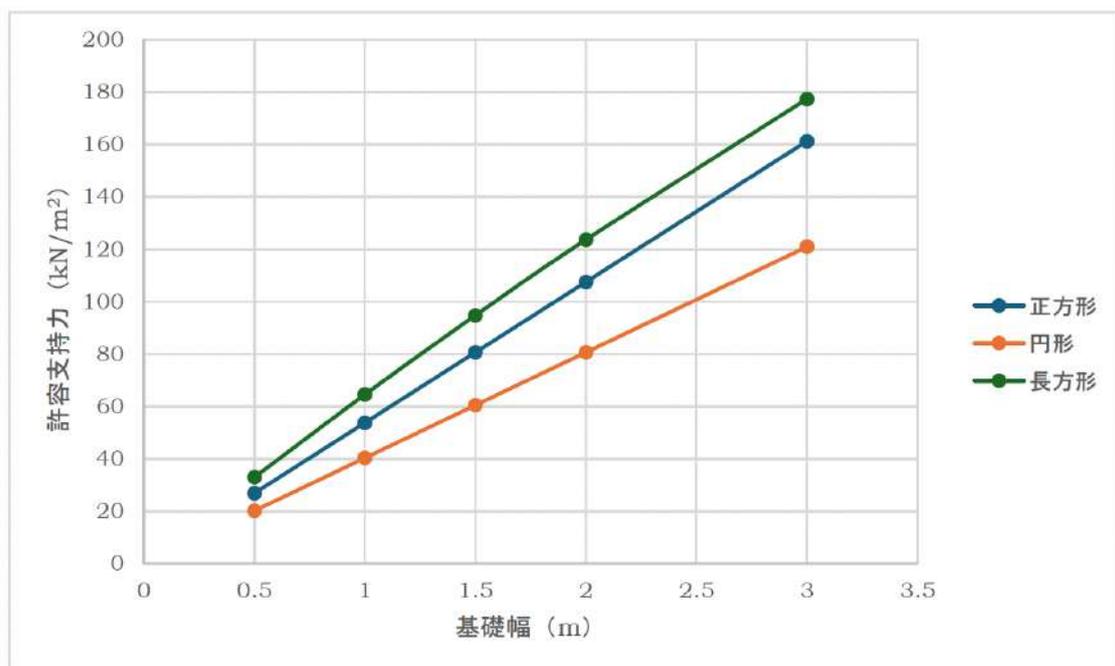


図 3.5 基礎幅と許容支持力の関係

3-7 発電施設の配置計画と基本事項の検討

基本設計に当たって、各発電施設の配置計画を「中小水力発電計画導入の手引き」に基づき検討した。

a.取水地点

- 取水の位置は、できるだけ直線部の河道であって、河状が安定していること。
- 取水地点は、河川の勾配が緩やかな勾配から急勾配に変化する直上流に設置するよう選定し、河川勾配を極力活用すること。
- 取水の位置は、経済性の観点から川幅が狭く、また、基礎岩盤が浅いこと。
- ダムによる上流部への背水による影響が少ないこと。
- 川の仮締め切りが容易なこと。
- 取水口及び沈砂池等の設備の設置が容易な地形であること。
- 将来の取水口及び沈砂池等における設備の維持管理が容易なこと

b.ヘッドタンク

- ヘッドタンクの設置位置は、尾根部で、できるだけ地質が良好、かつ周辺の地形に崩落などのないこと。
- ヘッドタンクは、山の高所に設けられることが多いことから、工事用道路の有無などについても考慮すること。

c.発電所

- 基礎の地質が良いこと。
- 洪水による被害を受ける場所でないこと。また、河流の衝突を受けないこと。
- 水圧管路の周辺を含め、山崩れ又は雪崩の恐れのないこと。
- 送電鉄塔等の取り合いの良いこと。
- 建設資材や機器の運搬が容易で、また将来の維持管理が容易であること。

d.放水口

- 土砂の堆積によって放水口が閉塞される恐れがないこと。
- 洪水時に水面が著しく上昇せず、また洪水による河床変動がなく、更に洪水による被害の恐れがないこと。
- 放水口の下流近くで、川幅が狭くなる部分がない場所であること。
- 放水路の延長が、できるだけ短くなること。

3-7-1 検討結果

地形測量と地質調査の結果を踏まえつつ、下記のように設定した。

- ・取水口は、用水路直線部に角落としを設置して堰上げ、用水路右岸にスクリーンを設置して横引き取水
- ・ヘッドタンクまで暗渠で導水
- ・ヘッドタンク上流側にチロリアン方式により取水
- ・管理道路下に圧力管を埋設
- ・管理道路と大工川の間に発電所、発電所真下に放水庭を配置
- ・用水路に暗渠で放水する
- ・既設設備の使用については、管理者である会津東部土地改良区に了解済み

➤ 検討案

用水路直線部に取水口施設 → 導水路 → ヘッドタンク兼沈砂池 → 圧力管
(埋設) → 発電所 → 放水口

- ・取水位：300.60m
- ・ヘッドタンク水位：299.42m
- ・発電所：283.590
- ・放水位：282.190
- ・総落差：17.230m
- ・有効落差：14.301m

○取水口



○ヘッドタンク兼沈砂池



○発電所



○放水口



3-8 最適水車発電機の選定

本計画の諸元数値を下記のように設定

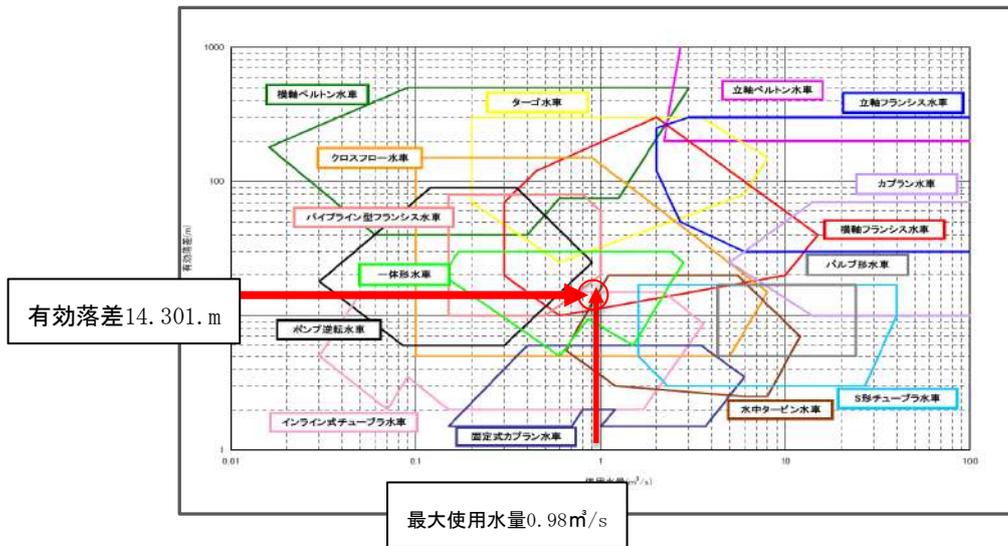
➤ 諸元数値

使用水量 : 最大0.98m³/s、 常時0.29m³/s 4

有効落差 : 14.301m

水車選定図によると、本計画における水車発電機は、横軸フランシス水車・クロスフロー水車の適用範囲に入っていることが確認できる。EUメーカーに最適水車の選定を依頼したところ、年間発電電力量の比較により縦軸フランシス水車の提案があった。本計画では、発電所予定敷地の特性から占有面積がより少なくなる縦軸フランシス水車を選定した。

図 3 水車選定図



REFERENCE DOCUMENT NR: 2547

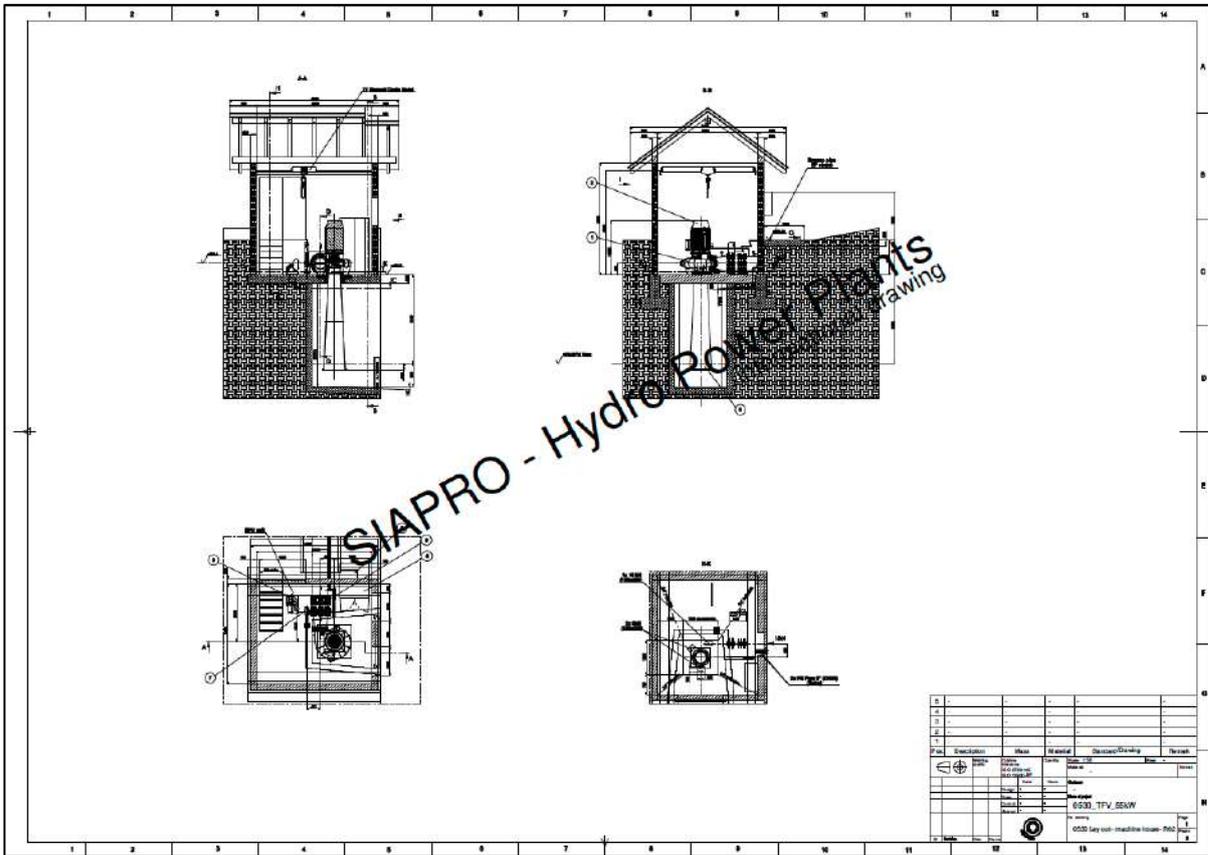
Informative Simulation of the annual energy production based on key parameters of the shpp:

HPP SITE DATA					
MTH NR.	Exceedance [%]	Exceedance [DAYS]	Qav [ML/DAY]	Qav [m³/s]	H[m]
		129		0.828	22.7
		14		1.151	20.5
		120		1.053	20.8
		102		0.928	22.7

365

OPTION A					
CROSS FLOW TCF-750-318-231					
Turbine Eff [%]	Generator Eff [%]	Gear Eff [%]	Pout [kW]	[kWh]	
0.650	0.93	0.065	43	131915	
0.850	0.94	0.97	178	59967	
0.854	0.94	0.97	166	479365	
0.650	0.93	0.97	43	104305	
TOTAL [kWh]:				775551	

OPTION B					
FRANCIS TFH-478-750					
Turbine Eff [%]	Generator Eff [%]	Gear Eff [%]	Pout [kW]	[kWh]	
0.540	0.93	1.00	37	113565	
0.895	0.946	1.00	196	65849	
0.910	0.949	1.00	186	594393	
0.540	0.93	1.00	37	89796	
TOTAL [kWh]:				803604	



3-9 基本設計

➤ 基本設計に関する考え方

農業用水路の場合、既にある水利権に従属して発電する場合は、手続き等の簡素化が進められており、用水路を管理する会津東部土地改良区との合意に基づいて発電施設を配置することができる。

➤ 基本設計に関する考え方 (2)

地形測量と発電施設配置計画から概略検討・基本設計を進め、下記の諸元数値を得た。

- ・ 取水位：300.60m
- ・ ヘッドタンク水位：299.42m
- ・ 発電所：283.590
- ・ 放水位：282.190
- ・ 総落差：17.230m
- ・ 有効落差：14.301m
- ・ 発電出力：116.2kW
- ・ 設備利用率：56%

河東八田小水力発電所 概略検討書

水理特性の検討

1. 損失水頭、有効落差の検討

設計条件

・ 流量元データ集水面積		km ²
・ 流域面積		km ²
・ 取水点	EL	300.060 m
・ ヘッドタンク水位	EL	299.420 m
・ 発電ポイント	EL	283.590 m
	放水位	282.190 m
	総落差	17.230 mm
・ 最大取水量		0.980 m ³ /s
・ 常時取水量		0.294 m ³ /s
・ 維持流量		0.000 m ³ /s

検討結果

水圧管内径 (入口部)	1.000 m
流入後の断面積の平均流速	1.247 m/s
損失水頭の合計	1.529 m
有効落差	14.301 m
最大発電力	116.2 kW
年間可能発電電力量	571,781 kWh/年
最大発電出力電力量	1,018,788 kWh/年
設備利用率	56 %

2. 損失水頭、有効落差の検討

1. 水槽における損失水頭

a. スクリーンにおける損失水頭 *設備検討中につき未計算

区分	Q (m ³ /s)	A (m ²)	V ₁ (m/s)	sin θ	v'/b'	V ₁ ² /(2g)	f _r	h _r (m)
最大								
常時								

b. 水槽における損失水頭

場所	最大使用水量時	常時使用水量時
①スクリーンによる損失水頭	0.980 (m ³ /s)	0.294 (m ³ /s)
合計 (m)		

2. 水圧管路における損失水頭

a. 水圧管路入口における損失水頭

$$h_e = f_e \times V_2^2 / (2g)$$

ここに、

h_e : 流入量による水面低下量

f_e : 流入損失係数

Q : 流量 最大使用水量時

常時使用水量時

A : 流入後の断面積

D : 水圧管内径 (入口部)

V₂ : 流入後の断面積の平均流速

g : 重力加速度

= 0.25 ※^へ77/ス 施工を考慮して最も損失係数の大きい値を採用

= 0.980 (m³/s) ※H9 発電水力演習 P.81 (第3.7図)

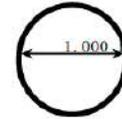
= 0.294 (m³/s)

= 0.786 (m²)

= 1.000 (m)

= Q/A (m/s)

= 9.8 (m/s²)



MAX=	1.247 m/s
AVE=	0.374 m/s

区分	Q (m ³ /s)	A (m ²)	V ₂ (m/s)	V ₂ ² /(2g)	f _e	h _e (m)
最大	0.980	0.786	1.247	0.07934	0.25	0.020
常時	0.294	0.786	0.374	0.00714	0.25	0.002

b. 水圧管路の摩擦による損失水頭

$$h_f' = f \times (L/D) \times V^2 / (2g)$$

$$f = 124.5 \times n^2 / (D^{4/3})$$

ここに、

h_f' : 摩擦による損失水頭 (m)

f : 円形断面の摩擦損失係数

D : 水圧管路の直径 (m)

Q : 流量 最大使用水量時

常時使用水量時

A : 断面積 (m²)

V₂ : 管内平均流速 (m/s)

g : 重力加速度 (m/s²)

n : 粗度係数

L : 水路延長

= 1.000 (m)

= 0.980 (m³/s)

= 0.294 (m³/s)

= 0.786 (m²)

= 9.8 (m/s²)

摩擦における計算の便宜を図るため、上記の計算式を以下の形に変換する。

$$h_f' = f \times (L/D) \times V^2 / (2g) = f \times L \times (V^2 / 2g)$$

$$f = 124.5 \times n^2 / (D^{4/3})$$

D (m)	D平均 (m)	L (m)	A (m ²)	D ^{4/3}	f	最大使用水量時			常時使用水量時		
						V(m/s)	V ² /(2g)	h _f (m)	V(m/s)	V ² /(2g)	h _f (m)
1.000	1.000	284.300	0.786	1.000	0.018	1.247	0.079	0.404	0.374	0.007	0.036
								合計		合計	0.036

3. 発電力の検討

区分	Q (m ³ /s)	取水位 (m)	放水位 (m)	総落差 (m)※1	損失水頭 (m)※1	有効落差 (m)	重力加速度 (m/s ²)	理論水力 (kW)	水車効率 (%)	発電機効率 (%)	発電力 (kW)
最大	0.980	299.4	283.6	15.83	1.529	14.301	9.8	137.4	89.5	94.60	116.20
常時	0.294	299.4	283.6	15.83	0.046	15.784	9.8	45.5	54.0	94.60	23.20

4. 雷力量の検討

流況曲線による年間可能発電電力量の試算

区分	A	B	C	D	E	F	合計
	日	日	日	日	日	日	
日数	1	94	16	164	80	10	365
①使用水量(m ³ /s)	0.980	0.980	0.980	0.294	0.294	0.294	
②負荷率(①/最大使用水量)	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	
③水車効率に対する変動比率	1.00	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	
④発電機効率に対する変動比率	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	
⑤補正後水車効率(③×水車効率)	0.90	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	
⑥補正後発電機効率(④×発電機効率)	0.95	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	
⑦発電出力(kW)	116.3	98.5	98.8	30.1	30.1	30.1	
⑧平均発電出力(kW)	116.3	107.4	98.7	64.5	30.1	30.1	
⑨可能発電電力量(kWh)	2,791.2	242,294	37,901	253,872	57,792	7,224	601,874

年間発電電力量 = 601,874 * 95% = 571,781 kWh/年
 最大発電出力電力量 = 116.3 kW × 24 h × 365 日 = 1,018,788 kWh/年
 設備利用率 = 571,781 / 1,018,788 = 56 %

5. 水撃圧の検討

1. 静水圧

水槽の越流頂から水圧管終端部の中心標高までの標高差を静水圧とする。

(水円鉄管技術基準 pp. 12)

水槽の越流頂	299.420 (EL. m)
水圧管終端部の中心標高	282.190 (EL. m)
静水頭 (静水圧)	17.23 (m)

2. サージングによる水圧上昇

全負荷遮断時の水槽の水位上昇は使用水量に比べ水槽が広大であるため考慮しない。

3. 水撃圧による水圧上昇

a. 圧力波の伝播速度

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{g} \left(\frac{1}{K} + \frac{1}{E} \times \frac{D}{t} \right)}}$$

出典：発電水力演習 千秋信一 学研社 1967, pp. 364

a	: 圧力波の伝播速度	
ω	: 水の単位重量	1.0 t/m ³
D	: 管径	
t	: 管厚	
g	: 重力の加速度	9.8 m/sec ²
K	: 水の体積弾性係数	1,960,000 t/m ²
E	: 管材の弾性係数	FRMM 2 t/m ²
E	: 管材の弾性係数	FRPM 1 t/m ²

種別	内径 (m)	管厚 (m)	区間距離 (m)	伝播速度 (m/s)	Li/αi	備考
FRPM管	1	0.02	284.3	0.63	451.2698	
計			284.300		451.2698	

以上より、圧力波の伝播速度は

$$\alpha = \frac{\sum Li}{\sum \left(\frac{Li}{\alpha_i} \right)} = \frac{284.300}{451.2698} = 0.63 \text{ m/sec}$$

このとき、圧力波の伝播時間は

$$\frac{2L}{a} = \frac{2 \times 284.300}{0.63} = 902.5 \text{ sec} < T = 22 \text{ sec}$$

ここに、T:閉塞器の閉塞時間= 22 sec (想定値)
ゆえに、緩閉塞である。

b. 平均流速の計算

最大使用水量Q= 0.980 m³/s

種別	内径 (m)	管長 (m)	断面積 (m ²)	流速 (m/s)	管長×流速	備考
FRPM管	1	284.300	0.786	1.247	354.52	
計		284.300			354.52	

$$\text{平均流速}V_0 = \frac{\sum (V \cdot L)}{\sum L} = \frac{354.52}{284.300} = 1.247 \text{ m/s}$$

c. 水圧上昇率の計算

$$\rho = \frac{\alpha V_0}{2gH_0}$$

ρ : アリエビの管路定数

α : 水撃圧の伝播速度 0.63 m/s

V_0 : 平均流速 1.247 m/s

H_0 : 静水頭 17.230 m

$$\rho = \frac{0.63 \times 1.247}{2 \times 9.8 \times 17.230} = 0.002$$

$$\theta = \frac{T \cdot a}{2 \cdot L}$$

T : 閉塞器の閉塞時間 22 sec (想定値)

α : 水撃圧の伝播速度 0.63 m/s

L : 管路長 284.300 m

$$\theta = \frac{22 \times 0.63}{2 \times 284.300} = 0.024$$

$$n = \frac{\rho}{\theta} = \frac{0.002}{0.024} = 0.083$$

$\rho < 1$ であるので

$$\frac{h_0}{H_0} = \frac{2n}{1+n(\theta-1)} = \frac{0.166}{0.919} = 0.181$$

上式による計算値は実測値よりも10~15%程度小さい値を示すため、計算値を20%程度割り増すことが望ましいとされている。

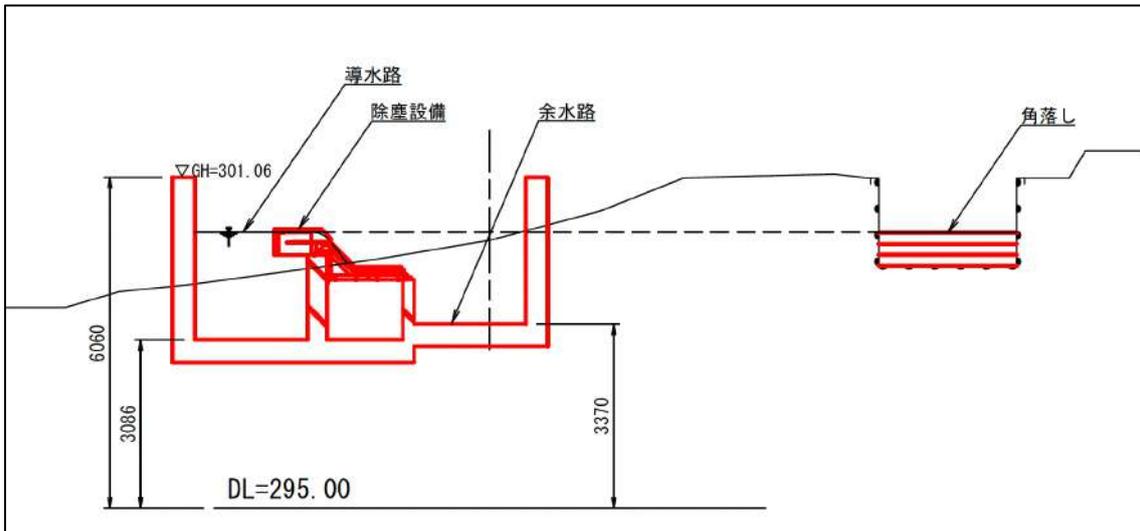
$$h_0/H_0 = 0.181 \times 1.2 = 0.2172 = 21.72 \%$$

$$\text{最大圧力 } H_{\max} = 17.23 + 3.74 = 20.97 \text{ (m)} \rightarrow 0.21 \text{ Mpa}$$

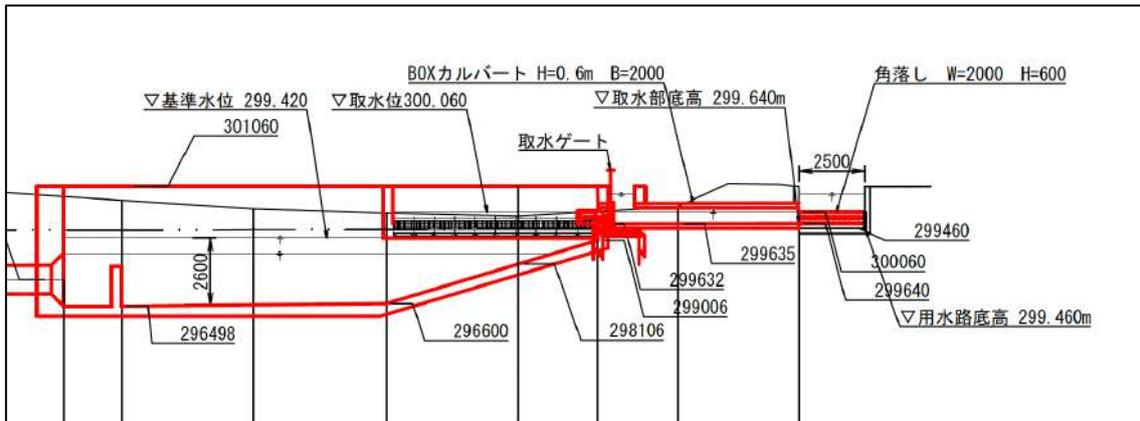
$$\text{FRPM管} \quad \text{Mpa} \quad \text{OK!} \quad \begin{matrix} \text{最大使用圧} & \text{圧力補正} & \text{温度補正} & \text{設計水圧} \\ 0.21 \text{ Mpa} \times & 1 & \times & 0.93 = 0.20 \text{ Mpa} \end{matrix}$$

計画図面

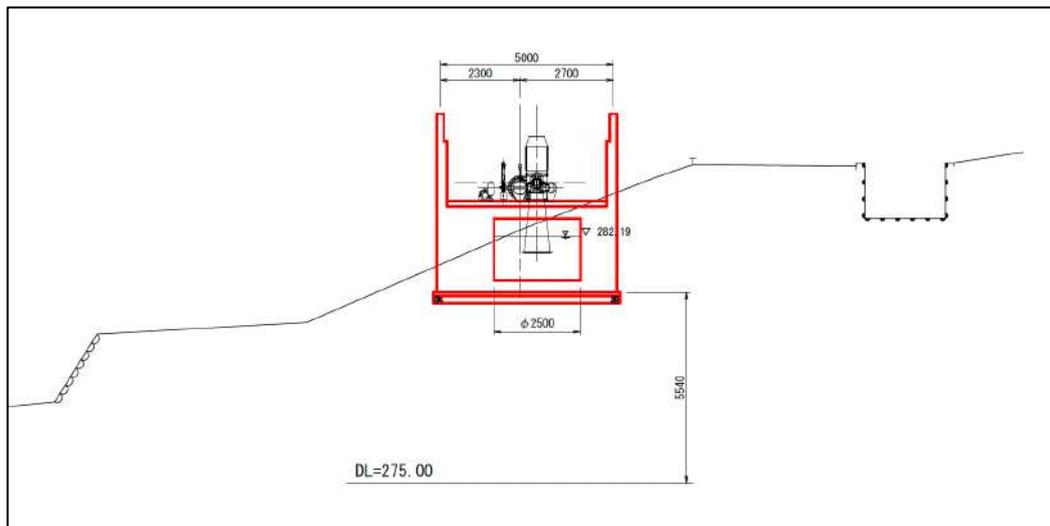
取水構造物



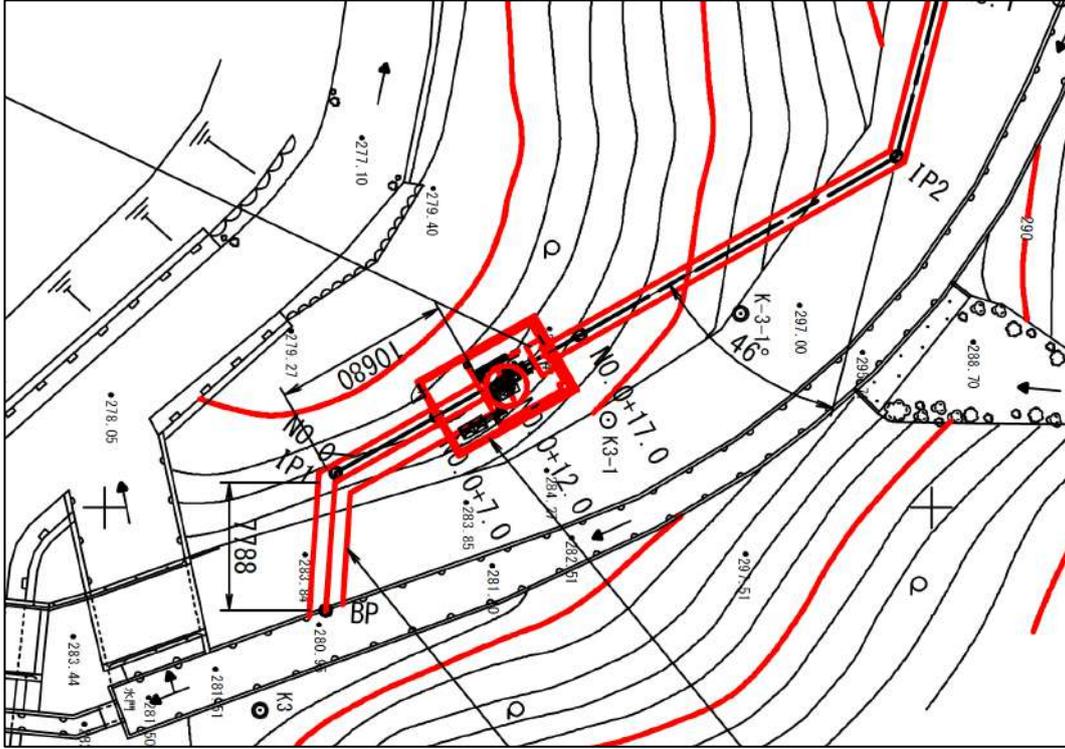
ヘッドタンク



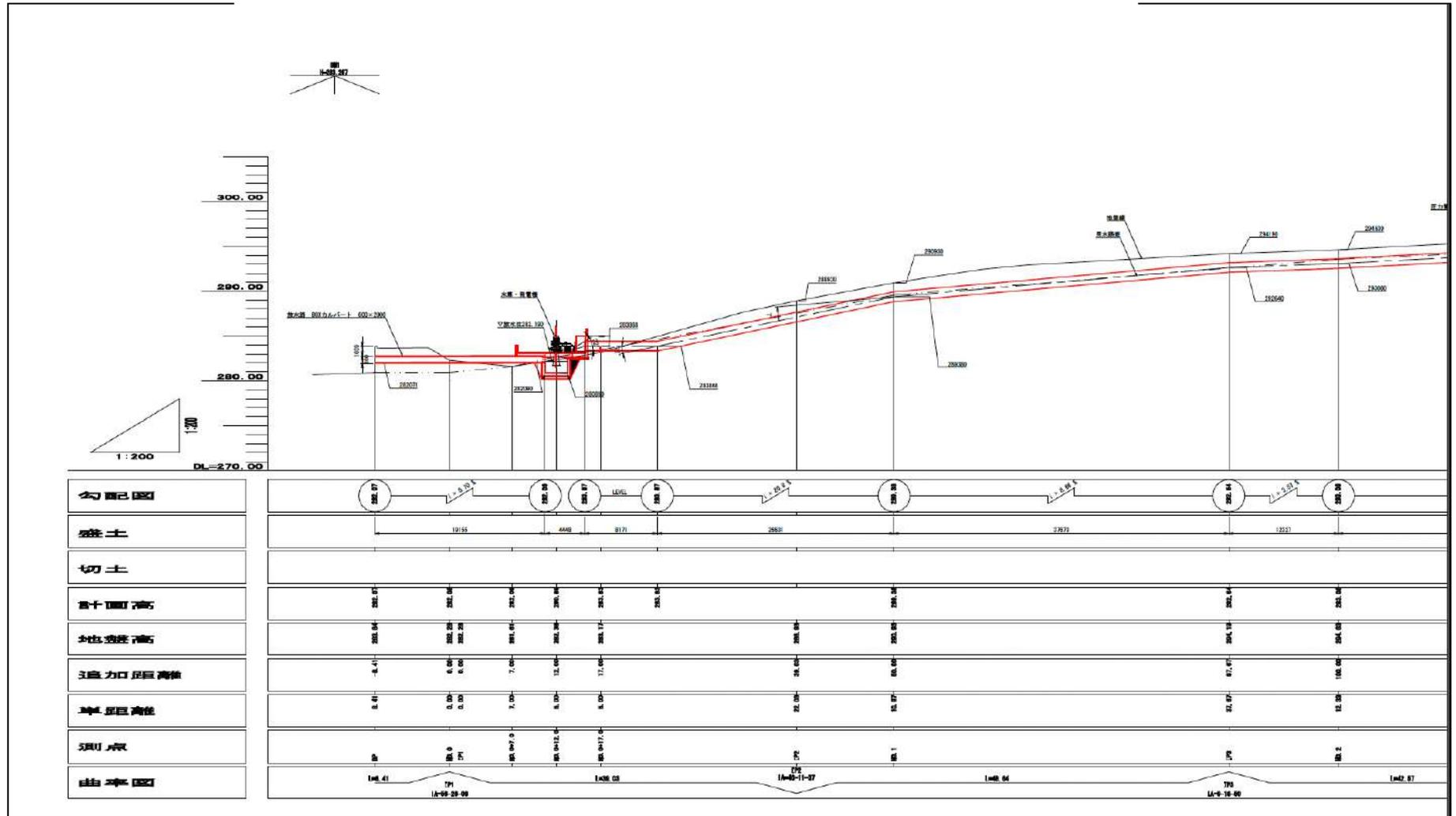
発電所

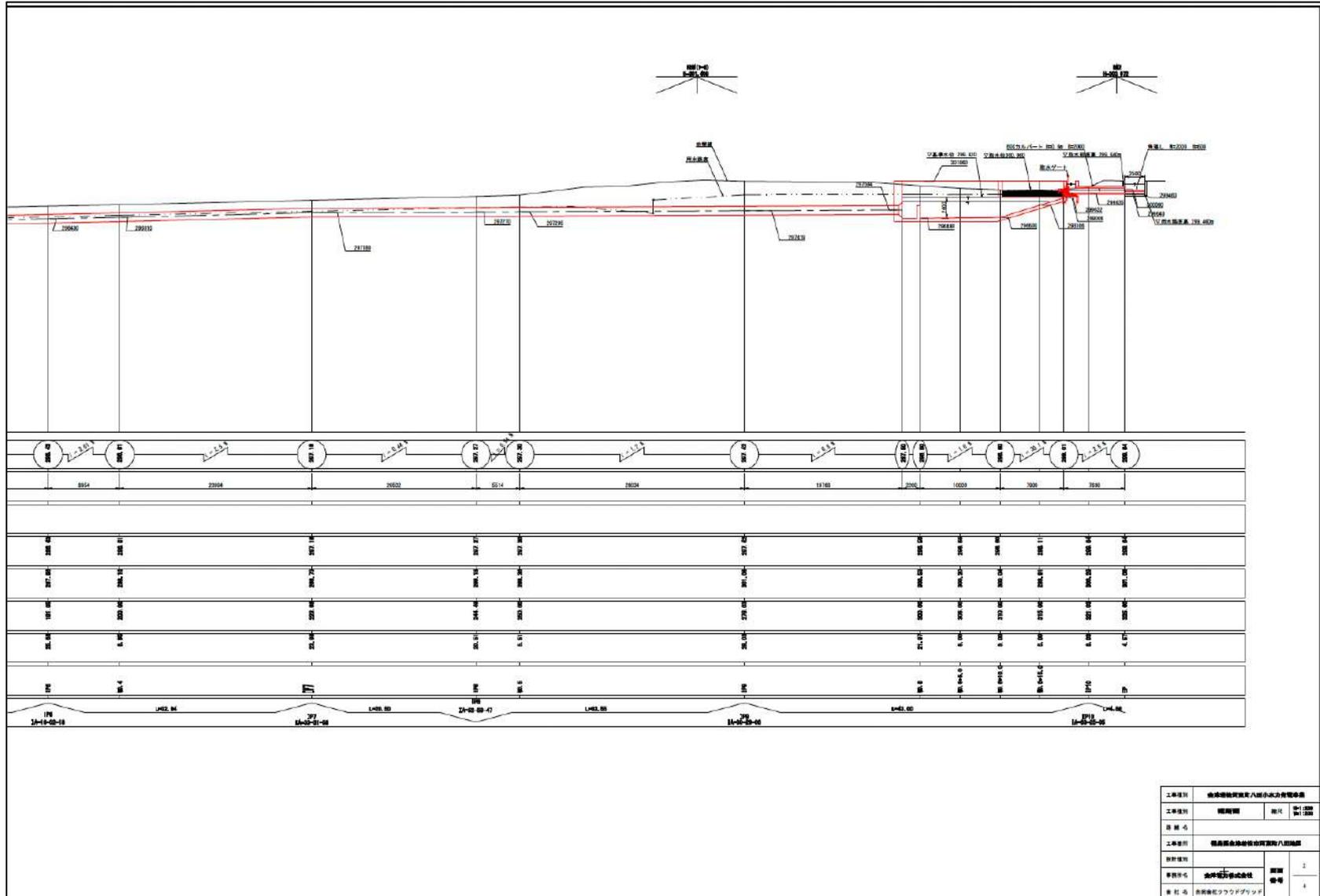


放水口



縦断図





3-10 概算事業費の算出

基本設計で設定した諸元数値に基づき、次のように概算事業費を積算算出した。算出根拠となる積算資料は後掲する。算出方法は平成25年3月資源エネルギー庁・新エネルギー財団「水力発電計画工事費積算の手引き～規模選定工事費の積算の手引き～」を参照し行った。手引きによる総事業費は4億6千万円となった。

概算事業費の積算集計表

積算項目		工事費 (百万円)	摘要	
1) 土地補償費	a. 土地	100	建物・土木・電気関係工事費、仮設備費の合計の5%	
	b. 補償費			
2) 建物関係		4,140	地上式	
3) 土木関係		269,430	①+②+③	
① 水路	$\Sigma c \sim n$	264,578		
	c. 取水設備	500	堰基準	
	d. 取水口	17,664	輻型(全巻)[無圧]	
	e. 沈砂池	20,050	合理化設計	
	f. 排砂路	0	暗さよ 0.0 m 開さよ 0.0 m	
	g. 導水路	3,468	暗さよ 18.7 m 暗さよ 0.0 m	
	h. 水槽	0		
	i. 余水路	28,670	露出式(埋設式)・単独 47.1 m	
	j. 水圧管路	163,301	埋設式 284.3 m FRPM5種管	
	k. 放水路	3,431	暗さよ 18.5 m 開さよ 0.0 m	
	l. 放水口	3,441	輻型(全巻)[無圧] 無圧式・ゲート無し	
	m. 代替放流設備	0	本事業では対象外	
	n. 雑工事	24,053	上記、水路工事費(c～m)の10%	
	② 貯水池又は調整池	o. ダム本体	-	本事業では対象外
		p. 雑工事	-	#
	③ 機械装置	$\Sigma q \sim r$	4,852	
		q. 基礎	1,852	地上式
		r. 諸装置	3,000	①水路、②貯水池又は調整池、q機械装置基礎の工事費の10%
	4) 電気関係	$\Sigma s \sim u$	100,410	
s. 水車		100,410		
t. 発電機		-	水車工事費に含む	
u. その他機器		-	#	
5) 仮設備費		18,699	建物・土木・電気関係工事費の5%	
6) 総係費		58,902	冬期休止が必要	
7) (小計)	$\Sigma 1) \sim 6)$	451,681	$\Sigma 1) \sim 6)$	
8) ダム分担金		-	本事業では対象外	
9) 建設中利子		3,613	建築中利子算定対象額×工期×キャッシュフロー計数×利率率 → 7*(18/12)*0.4×0.02	
10) 分担関連費		4,517	土地補償費、建物・土木・電気関係工事費、仮設備費、総係費の1%	
11) 送配電設備費		3,600	送電線(架空33～66kV級) 0.2 km	
12) (計)	$\Sigma 7)$	463,411	$\Sigma 7) \sim 11)$	

3-11 事業性評価

本調査で得られた諸元数値から20年間のキャッシュフローを作成した。

- 20年間可能発電量：10,820,000kWh（571,781kWh/年）
- 売電価格：22円/kWh（税抜き）
- 20年間売電収入：2億3804千円（税抜き）
- 20年間累積収支：-1億5690千円（税抜き）
- PIRR：-18.27%
- EIRR：算出できず
- 最大DSR：3.34
- 最小DSR：-0.39
- 平均DSR：0.05
- 総事業費：4億6300万円（税抜き）*設計費等含まず
- 会津若松市の脱炭素先行地域補助金2/3を申請予定
- 出力あたり建設単価(円/kW)は、2,048万円
- 電力量あたり建設単価(円/kWh)は、439円
- 発電方式別基準値（経済性ランク）では、「C」となった。圧力管コスト削減、人件費等見直しによる収益改善を検討し、次年度以降の事業化に向けて継続して取り組む。

表4 20年間のキャッシュフロー(案)

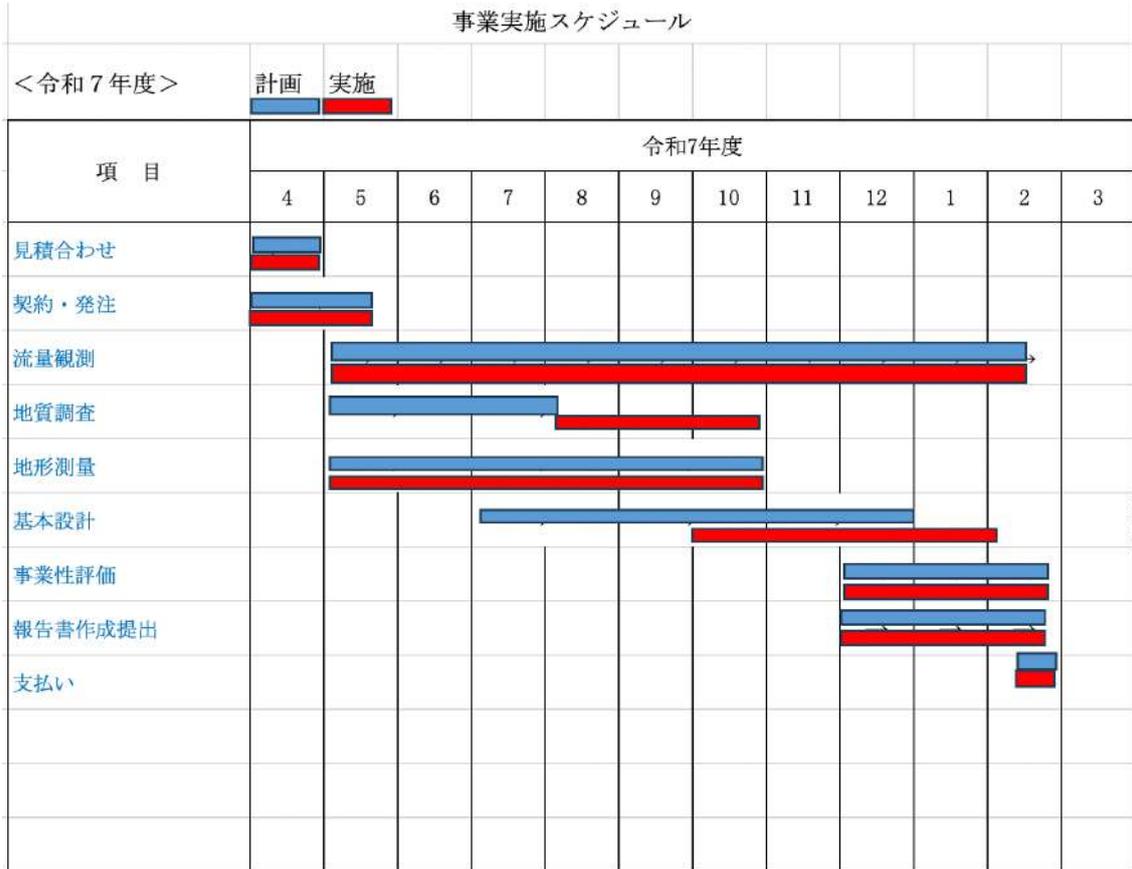
事業キャッシュフロー		作成:合同会社クラウドグリッド																						
	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	20年合計		
収入(千円)			542	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	10,820		
買取単価(円/kWh)		22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0		
補助金	308,841																							
①収入小計(千円)	308,841	11,814	11,812	11,811	11,810	11,809	11,808	11,806	11,805	11,804	11,803	11,802	11,801	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,801	238,047	
支出(千円)																								
人件費	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	36,000	
O&M費用(管理会社)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	36,000	
修繕費	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	1,860	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	1,860	10,290
土地賃借料	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	
保険料	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	
販賣費	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	9,600	
電気代	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	3,600	
業務委託費	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	36,000	
水利使用コスト	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	7,200	
その他コスト(雑費)	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	4,800	
法人事業税(電気事業)	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	2,297	
地方法人特別税	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	926	
固定資産税	6,135	5,488	4,873	4,343	3,871	3,450	3,075	2,740	2,442	2,177	1,940	1,729	1,541	1,373	1,224	1,091	972	867	772	688	611	541	50,773	
融資支払利息	2,918	2,746	2,575	2,403	2,231	2,060	1,888	1,716	1,545	1,373	1,201	1,030	858	687	515	343	172	0	0	0	0	0	26,260	
減価償却費(水路等57年)	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	7,867	157,337	
減価償却費(水車増設等22年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
減価償却費(建物39年)	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	7,692	
撤去費用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,171	
②支出小計(千円)	154,470	26,486	25,847	24,880	24,179	23,535	22,842	22,385	21,889	21,420	20,882	22,074	20,191	19,832	19,493	19,172	18,867	18,576	18,299	18,025	18,205	42,791	451,855	
経常利益(①-②)(千円)	154,470	-14,572	-13,734	-12,969	-12,269	-11,626	-11,035	-10,489	-9,984	-9,516	-9,080	-10,172	-8,291	-7,932	-7,594	-7,275	-6,971	-6,682	-6,406	-6,313	-30,900	42,791	-213,809	
法人税・法人住民税(千円)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
税控除(千円)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
当期純利益	154,470	-14,572	-13,734	-12,969	-12,269	-11,626	-11,035	-10,489	-9,984	-9,516	-9,080	-10,172	-8,291	-7,932	-7,594	-7,275	-6,971	-6,682	-6,406	-6,313	-30,900	42,791	-213,809	
減価償却費	0	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	8,251	165,030	
融資支払利息	0	2,918	2,746	2,575	2,403	2,231	2,060	1,888	1,716	1,545	1,373	1,201	1,030	858	687	515	343	172	0	0	0	0	26,260	
減去費用積立	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	-1,159	22,012	
消費税還付	46,341	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,341	
③元利返済前キャッシュフロー(千円)	154,470	41,780	-3,895	-3,302	-2,773	-2,302	-1,892	-1,508	-1,175	-878	-614	-1,878	-168	19	185	333	465	583	687	780	853	887	23,822	
④元利返済後キャッシュフロー(千円)	154,470	35,862	-6,641	-5,878	-5,178	-4,533	-3,942	-3,396	-2,891	-2,423	-1,987	-3,079	-1,198	-639	-501	-182	122	411	687	780	853	887	-2,438	
⑤返済元金(千円)	0	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	0	
③-⑤単年度収支(千円)	154,470	30,280	-15,223	-14,458	-13,757	-13,115	-12,523	-11,978	-11,473	-11,004	-10,568	-11,681	-9,780	-8,421	-7,083	-5,763	-4,460	-3,171	-1,894	780	853	887	-158,909	
PIRR算出用キャッシュフロー	154,470	42,140	-3,535	-2,842	-2,413	-1,942	-1,522	-1,148	-815	-518	-254	-1,518	192	378	545	693	825	943	1,047	1,140	1,140	1,140	-277	
ERR算出用キャッシュフロー	-15,447	30,280	-15,223	-14,458	-13,757	-13,115	-12,523	-11,978	-11,473	-11,004	-10,568	-11,681	-9,780	-8,421	-7,083	-5,763	-4,460	-3,171	-1,894	780	853	887	-637	
DSOR		3.83	-0.34	-0.30	-0.25	-0.21	-0.18	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.19	-0.02	0.00	0.02	0.04	0	0	0	0	0	0	-	
期首残存簿価(千円)	0	463,411	455,180	446,908	438,657	430,405	422,154	413,902	405,651	397,399	389,148	380,896	372,645	364,393	356,142	347,890	339,639	331,387	323,136	314,884	306,633	306,633		
課税簿価額(千円)		438,213	390,558	348,085	310,231	276,494	246,425	219,627	195,743	174,456	155,484	138,575	123,905	110,074	98,104	87,435	77,927	69,452	61,899	55,168	49,168	49,168		
借入残(千円)	154,470	145,889	137,307	128,725	120,144	111,562	102,980	94,399	85,817	77,235	68,653	60,072	51,490	42,908	34,327	25,745	17,163	8,582	0	0	0	0		
累積キャッシュフロー	30,280	15,058	800	-13,158	-26,273	-39,796	-50,774	-62,248	-72,251	-82,819	-95,480	-105,260	-114,661	-123,264	-132,527	-140,997	-149,158	-157,052	-165,272	-174,009	-183,009	-192,009		
※グリーン投資減税は時限立法で令和ではなし		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	20年合計		

表 事業の条件設定と事業性評価の指標

発電条件	
最大出力(kW)	116.2
稼働時間(h/日)	24
総合係数(設備利用率)	56.0%
発電機劣化率(%/年)	0.01
買取単価(税抜)(円/kWh)	22
土地面積(m ²)	2,000
土地賃借料(面積当たり)(円/m ² ・年)	500
※税抜き金額です	
資金調達	
総事業費(千円)	463,411
補助金(2/3)	308,941
自己資金比率	10.0%
借入比率	90.0%
自己資金(千円)	15,447
借入金額(千円)	154,470
借入期間(年)	18
借入利率(%)	2.00
初期費用	
調査・設計費用(千円)	0
系統連系接続関係費用(千円)	0
水車発電機・土木建築工事関係費用(千円)	463,411
運転資本リザーブ(千円)※1	0
金融関連リザーブ(千円)※2	0
資金調達に係るアップフロントフィー(千円)	0
設備に係る消費税(千円)	46,341
その他費用(千円)※3	0
ランニングコスト	
人件費(千円/年)	1,800
O&M費用(千円/年)	1,800
修繕費(千円/年)	360
土地賃借料(千円/年)	1,000
保険料(千円/年)	1,000
販管費(千円/年)	480
電気代(千円/年)	180
業務委託費(千円/年)	1,800
水利使用コスト(千円/年)	360
撤去費用(千円)	23,171
その他コスト(千円/年)	240
税制優遇措置	
グリーン投資減税	なし
課税標準の特例措置	なし

備考
最大出力(kW) × 24(h) × 総合設計係数 × 365(日) / 1000 ※性能劣化を考慮
売電契約時の買取価格
発電量(kWh) × 買取単価(円/kWh) × 1000
電気主任技術者等の雇用に係る費用
管理会社における発電量監視業務等に係る費用、除雪・草刈り費用等
各種設備の部品交換・修繕に要するコスト。11年目、20年目に180万を計上。
土地を借りる場合、砂防指定地占有の賃借料
火災保険料(自然特約付き)、水力発電専用の損害賠償補償保険料等 ※売電収入保障等のデリバティブ商品なし
発電設備広報紙体やWeb運用など管理費及び予備費用
施設・設備で消費する買電費用
地域に発注する日常業務
水利使用コスト(灌漑や流水占有料)
事務用品費、消耗品費、会議費などその他経費
売電収入(税抜) × 税率
売電収入(税抜) × 税率
課税評価額 × 1.4%(課税標準の特例措置を適用時は設備分について当初3年間は2/3)
融資支払利息
減価償却費(水路等57年)
減価償却費(水車機械等22年)
減価償却費(建物39年)
撤去費用は最終年に一括計上
経常利益 × 各地方ごとの税率(法人税、法人住民税)
※グリーン投資減税は時限立法で令和では「なし」
経常利益-法人税
撤去費用は最終年に一括計上
設備費用と系統設備費用にかかる消費税は1年目に還付される
当期純利益 + 減価償却費 + 融資支払利息 + 撤去費用積立 + 消費税還付
元利償還前キャッシュ・フロー - 融資支払利息 + 撤去費用積立 + 消費税還付
元利償還前キャッシュ・フロー → 金融関連費用 - 金融関連費用分法人税
0年目は自己資本額、1年目以降は単年度収支と同様

4. 事業スケジュール



5. 事業の成果等

流量観測により発電に必要な流量の見通しを得ることができた。地形測量・地質調査・基本設計によって、より詳細な有効落差を得たことで、最大使用水量の見直しと水収支計算が可能となった。なお、概算事業費は4億円6千万円と算出された。

今後は、各構造物の再検討及び圧力管、輸入水車発電機の見積に加えて、地元事業者とも協議し、施工段階におけるさらなるコストダウンの余地は見込めると言える。

- 管理経費、人件費等見直しによる収益改善を検討し、次年度以降の事業化に向けて継続して取り組む

<資料編>

流量観測データ

積算資料

測量成果

地質調査成果

概略検討及び積算資料

基本設計図面