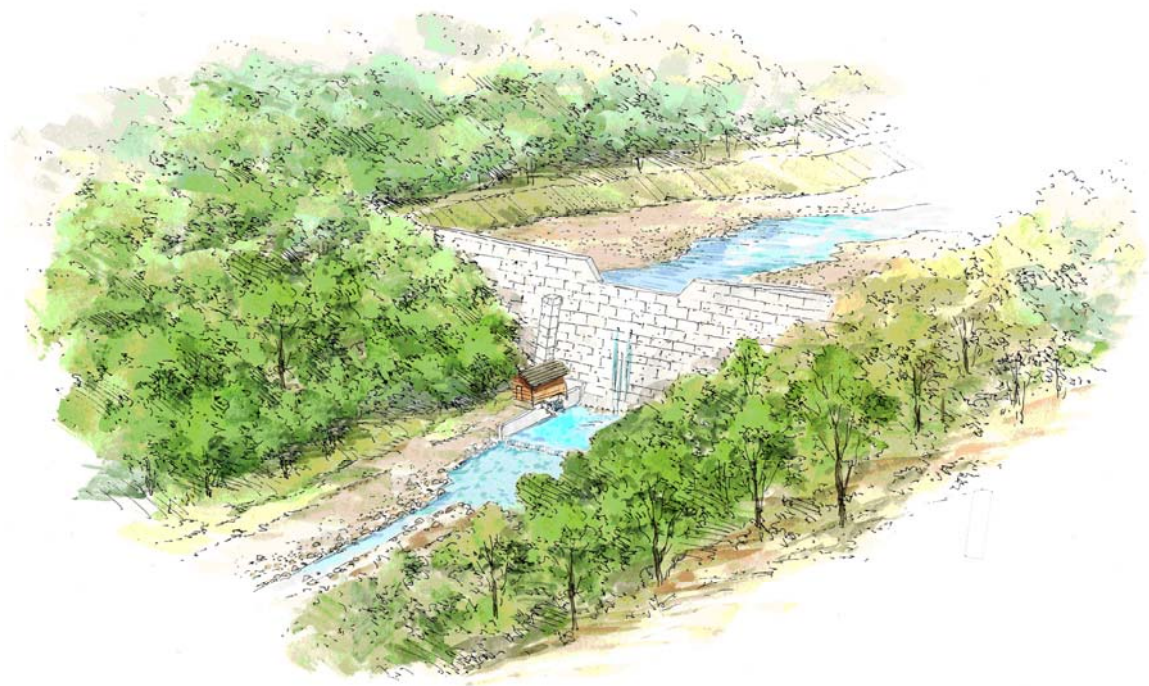


既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)

～ 環境負荷の小さい自然エネルギーの利用促進に向けて ～



平成22年2月（令和8年3月改訂）

国土交通省砂防部保全課

本ガイドラインを作成するにあたり

小水力発電は、太陽光発電や風力発電などと並んで、CO₂を排出しないクリーンエネルギーとして近年注目を浴びています。特に、地球温暖化が大きな社会問題となる中で、CO₂の排出削減は国全体の大きな課題となっています。既設の砂防堰堤を活用した小水力発電は、既存ストックの有効活用という意味でも、また、電力が不足しがちな中山間地の電力供給としても意義があると思います。しかしながら、砂防堰堤を活用した小水力発電は、以前から行われてきたものの、国土交通省砂防部が把握している事例数としては全国で50基程度であり、大きな数字とはなっておりません。

砂防堰堤を活用した小水力発電の活用をさらに展開していくためには、小水力発電を整備する際の具体のノウハウを広めていくことが必要ですし、事例集をまとめることも必要と思います。具体のユーザーとして、市町村や自治体の関係機関が考えられますので、日頃砂防事業に直接携わらない方も分かりやすいガイドラインをつくることが必要と考え、このたび作成することとしました。特に、構想段階においては、小水力発電を実際に行って妥当な事業効果が得られるかをまずは判断することが迫られると考えられます。このようなことから、本ガイドラインでは事例の紹介に加え、流量と落差を仮定すれば初期投資額を概略想定できる早見チャートを作成しました。地域条件によって実際の値は異なることもありますが、概略検討の段階において参考になると思います。

本ガイドラインを作成するにあたって、学識者や地方整備局、代表県の砂防担当の方からなる検討会を設置し、内容を検討いただきました。ご協力いただいた検討委員の皆様にはこの場を借りてお礼申し上げます。

本ガイドラインが小水力発電の整備を検討している方々の参考となり、少しでも整備が進むことを期待いたします。

平成22年2月

国土交通省砂防部保全課

～ 目 次 ～

1. 期待される小水力発電.....	1-1
2. 砂防施設を活用した小水力発電事例の紹介.....	2-1
2.1 事例概要一覧.....	2-1
2.2 個別事例の紹介.....	2-3
2.3 既設砂防堰堤を利用した発電を検討する際の留意点.....	2-11
3. 砂防施設を活用した小水力発電の経済性概略判定手法について.....	3-1
3.1 経済性の概略判定フローチャート.....	3-1
3.2 早見表を利用した計算例.....	3-4
4. 砂防施設を活用した小水力発電実施にあたって必要な手続きについて.....	4-1
5. 砂防施設を活用した小水力発電実施にあたって留意すべき事項について.....	5-1
5.1 計画段階における留意点.....	5-1
5.2 工事段階における留意点.....	5-1
5.3 維持管理段階における留意点.....	5-2

参考資料

- 1 水力発電の仕組み
- 2 新エネルギーと RPS 法
- 3 電力需要

付属資料編

- 1 主な各種補助金制度一覧
- 2 許認可手続きの流れ
- 3 既設砂防堰堤の安定性評価
- 4 工事実施の流れ

技術的審査編(令和8年3月追加)

- 1 技術的審査に関するチェックリスト
- 2 技術的審査に関するチェックリスト解説版

1. 期待される小水力発電

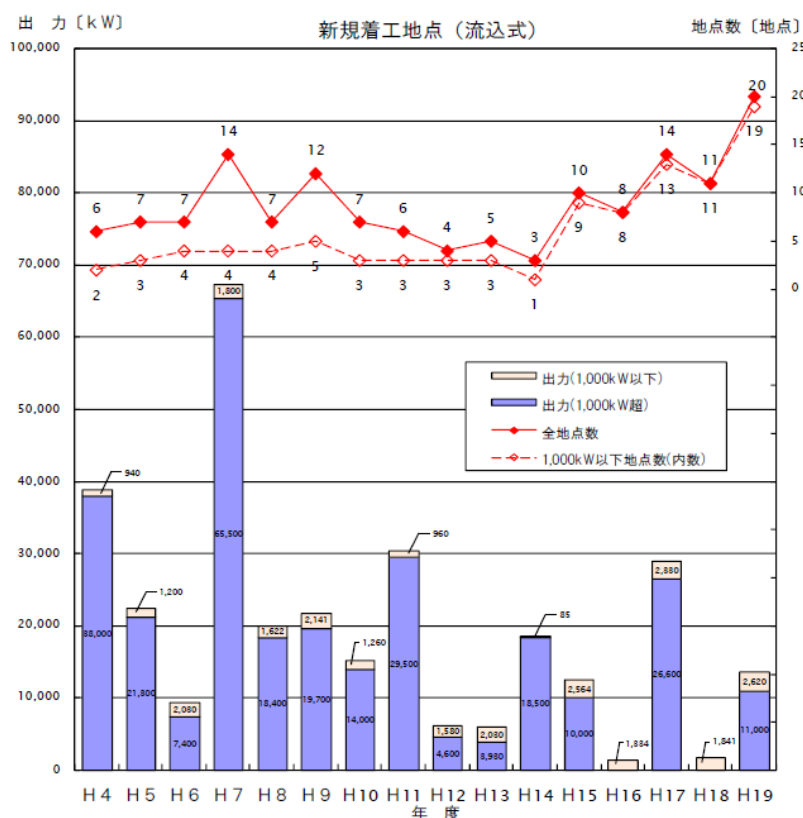
1. 期待される小水力発電

平成21年9月の国連気候変動首脳会合において、鳩山総理が「すべての主要国の酸化による意欲的な目標の合意を前提に、温室効果ガス排出量について、2020年までに1990年比25%削減を目指す。」と表明されるなど、わが国における低炭素社会づくりに向けた取り組みの重要性は一層増大しています。

水力発電は、太陽光発電・風力発電といった再生可能エネルギーとともに、「エネルギーセキュリティ」「地球温暖化問題への対応」を同時に達成する鍵を握っており、これらのエネルギーの普及は国家的な課題となっています。

わが国の電力供給において、水力発電は発電設備構成で2割弱、電力量で1割弱を担っています。また、水力発電は技術的に確立されており、供給安定性に優れ、長期的にはローコストとなる潜在性を持っています。

中でも1,000kW以下の水力発電の開発状況は下図に示すように、平成7年度をピークに減少傾向でしたが、電力自由化及びRPS法の施行（平成15年4月）に伴う事業者の多様化、平成19年度には1,000kW以下の水力発電に対する補助拡充に伴い、新規着工地点数の増加が見られます。



出典：「低炭素社会構築に貢献する水力発電の開発促進と既設水力の有効活用に向けた提言」（平成21年3月、(財)新エネルギー財団新エネルギー産業会議）

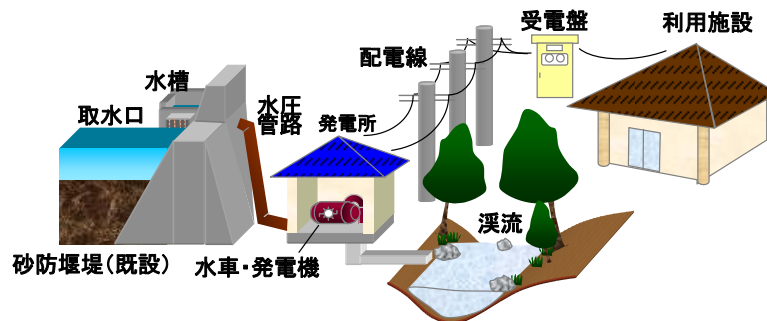
2009年11月から住宅等の太陽光パネルによる発電の場合、余剰電力を従来の倍程度の単価で電力会社が買う新しい制度がスタートしました。太陽光以外の再生可能エネルギーの買取制度の導入についても検討が進められています。買取制度の動向によっては、小水力発電のより一層の経済性向上の可能性がります。

クリーンエネルギーの発電や活用は、今後地球温暖化や気候変動の動向によっては、今後益々重要な課題になると思われます。現在、小水力発電の導入の判断は、大半が経済性が成立してコスト縮減が期待できるか否かという視点でなされていると考えられますが、今後は経済性が多少成立しなくても身近な地球温暖化防止への貢献や環境教育、広報といった側面から小水力発電の導入が進むことが考えられます。

2. 砂防施設を活用した小水力発電事例の紹介

本ガイドラインで定義する発電方式

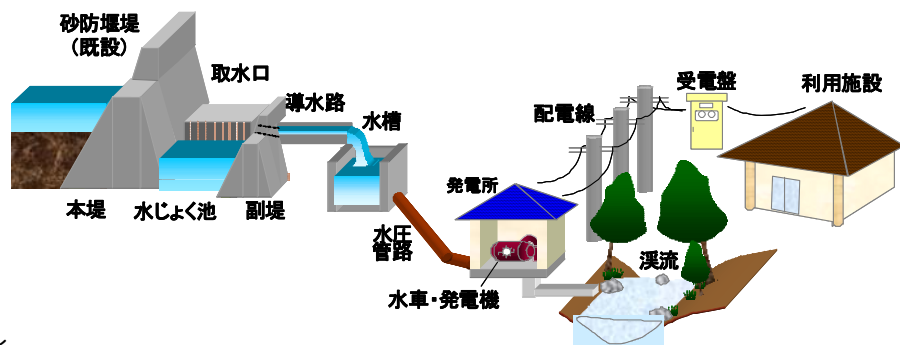
□砂防堰堤落差方式



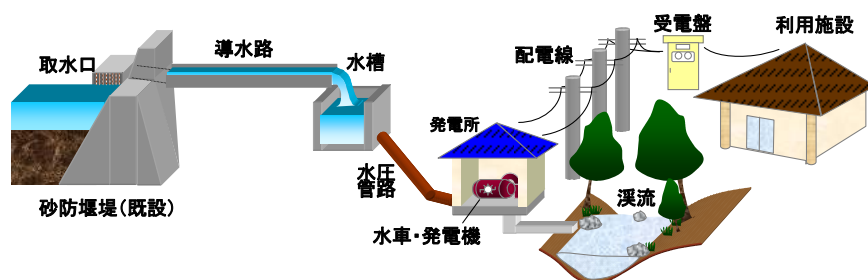
砂防堰堤落差方式は、砂防堰堤とその直下に位置する発電施設との落差を利用して発電する方式です。

□導水路方式

- 副堤・水じょく池から取水



- 本堤から取水



導水路方式は、砂防堰堤本堤や副堤から取水し、導水路にて下流まで導水することで、その間の勾配から得られる落差を利用して発電する方式です。この方式では、比較的出力高い発電が期待できます。

2. 砂防施設を活用した小水力発電事例の紹介

2.1 事例概要一覧

既設の砂防堰堤を利用した発電の事例は、これまでも県の事業局や市町村の自家消費目的で実施されてきています。

	砂防堰堤落差方式の事例	
自治体名（事業者）	新潟県（湯沢町管理受託）	長野市
発電所名	滝沢川砂防施設管理用発電所	大岡浅刈小水力発電所
既設砂防堰堤名	滝沢川2号砂防堰堤	浅刈砂防堰堤
堰堤高	14.0 m	25.0 m
堰堤長	79.0 m	70.0 m
砂防堰堤管理者	新潟県	長野県
最大出力	2.1kW(一般家庭約1世帯分弱)	6.7kW(一般家庭約2世帯分)
最大使用水量	0.04 m ³ /s	0.08m ³ /s
有効落差	11.0 m	13.7 m
年間発電日数	240 日	365 日
導水路長	なし（砂防堰堤直下で発電）	なし（砂防堰堤直下で発電）
事業費（合計）	42.0 百万円	24.7 百万円
うち土木設備	12.0	3.9
うち電気設備	23.0	16.3
うちその他	7.0	4.5
電力供給先	土石流危険渓流の夜間監視用照明及び公園内の夜間ライトアップ	長野市大岡小・中学校へ供給 夜間・長期休暇等余剰電力は電力会社への売電
資金調達	・起債（57%）及び自己資金補助等はない	・NEDO「地域新エネルギー等導入促進事業（補助金50%）」 ・起債（45%）
摘要	堰堤かさ上げ工事と同時に発電設備を施工 平成14年4月供用開始	既設の農業用水放水管を利用し、発電設備を施工 平成20年3月供用開始

ここでは、このような先行事例のいくつかをご紹介します、どのような施設ができるのか、或いはどのような用途に電力が使用できるのかといった、既設砂防堰堤利用発電の事例を紹介します。

導水路方式の事例	
奈良県下北山村：副堤	大分県日田市（旧中津江村）：本堤
小又川発電所	鯛生 ^{たいお} 発電所
小又川砂防堰堤	鯛生砂防堰堤
14.0 m（副堤 6.5m）	12.5 m
37.2 m（副堤 26m）	62.7 m
奈良県	大分県
98kW（一般家庭約 33 世帯分）	66kW（一般家庭約 22 世帯分）
0.18 m ³ /s	0.5 m ³ /s
82.3 m	18.0 m
365 日	365 日
約 993 m	約 550 m（地中埋設）
329.1 百万円	170.10 百万円
132.4	26.42
154.2	136.54
42.5	7.14
村営下北山スポーツ公園 施設内容： 宿泊施設、キャンプ場、野外ステージ、文化施設、温浴場、多目的グラウンド、テニスコート、パターゴルフ、ローラースケート等	村営観光施設「鯛生金山」 （道の駅施設）
<ul style="list-style-type: none"> ・国庫補助約 50%（農林水産省「第三期山村振興農林漁業対策事業」） ・県補助約 20% ・起債（辺地債）及び自己資金 	<ul style="list-style-type: none"> ・国庫補助 50%（農林水産省「山村地域環境保全機能向上実験モデル事業」） ・起債（過疎債）及び自己資金
取水口は副堤下流側に腹付け RPS 法に基づく新エネルギー等発電設備認定 平成 5 年 4 月供用開始	取水口は本堤下流側に腹付け RPS 法に基づく新エネルギー等発電設備認定 平成 17 年 4 月供用開始

※kW は出力、kWh は電気エネルギー量を示す単位です。出力 1kW のモーターを 2 時間動かすためには、1kW×2h=2kWh の電気エネルギー量が必要です。水道に例えば、kW は水道管の径の太さであり、kWh はその水道管からある時間に出た水の量に相当します。

2.2 個別事例の紹介

2.2.1 砂防堰堤落差方式の事例

(1) 新潟県（湯沢町管理受託）

① 計画概要

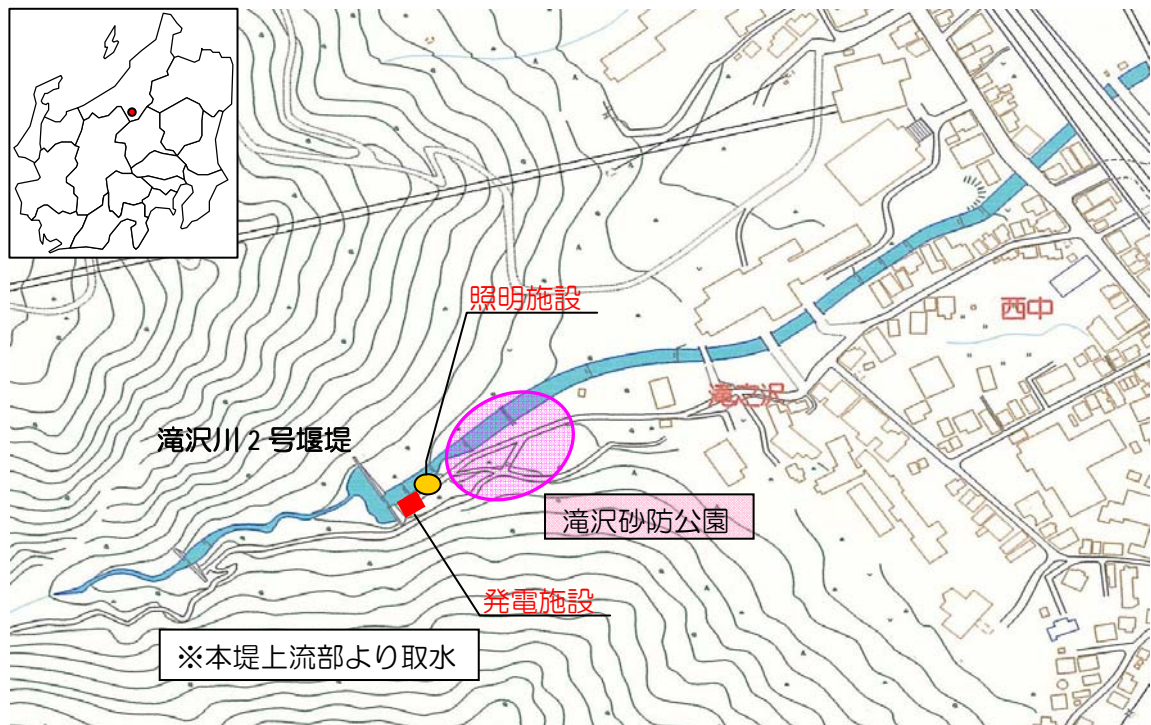
一級河川滝沢川にある既設砂防堰堤を利用して、滝沢砂防公園等に電力供給する目的で水力発電所を設置。既設砂防堰堤に設けた取水施設から、落差を利用している。

② 特記事項

・ 許認可

- | | |
|---------------|--|
| 新潟県知事 | ：砂防指定地内行為（砂防法）では、発電施設一式を砂防施設として扱うため協議不要 |
| 国土交通大臣 | ：水利使用許可（河川法） |
| 北陸地方整備局長 | ：工作物の新築等の許可（変更）（河川法） |
| 経済産業省東北経済産業局長 | ：工事計画・主任技術者・保安規定の届け出（電気事業法）は、出力 10kw 未満のため不要（東北経済産業局発電課水力係の回答より） |
| 経済産業大臣 | ：RPS 法に基づく新エネルギー等発電設備認定なしのため不要 |

③ 位置図



④ 維持管理

- ・ 県による発電施設の点検（5月、12月の年2回）
- ・ 町は公園の点検時に施設も見ている（不定期）
- ・ 施設修繕は県費で対応している

※H21は照明施設のバッテリー交換期にあたり、町の負担で町が交換した。

※維持管理協定を締結し、県から町に管理を委託している。委託費等は特になし。

⑤ 発電の概要および事業効果

・ 発電実績

○ 平成 20 年度までの過去 5 ヶ年の年平均発生電力量は 1, 008kWh。全て公園の照明施設に使用している。

・ 事業の効果

○ 溪流の夜間監視用照明及び滝沢砂防公園内の夜間ライトアップに使用され、景観の向上が図られたことにより多くの観光客らが訪れ、地域の活性化に貢献している。

⑥ 現地の様子



取水口(本堤上流側)



水圧管路



発電施設

発電した電力は公園内のライトアップに使用



照明施設

(2) 長野県長野市

① 計画概要

信濃川水系樋ノ口沢の既設砂防堰堤の農業用水放水管に水車発電機を設置し、最大6.7kwの発電を行う。発電後の水は砂防堰堤の副堤に戻し、農業用水等にも影響を与えないようにしている。発電した電力は、近傍の大岡小・中学校へ供給し、夜間・長期休暇等の余剰電力は電力会社へ売電を行っている。

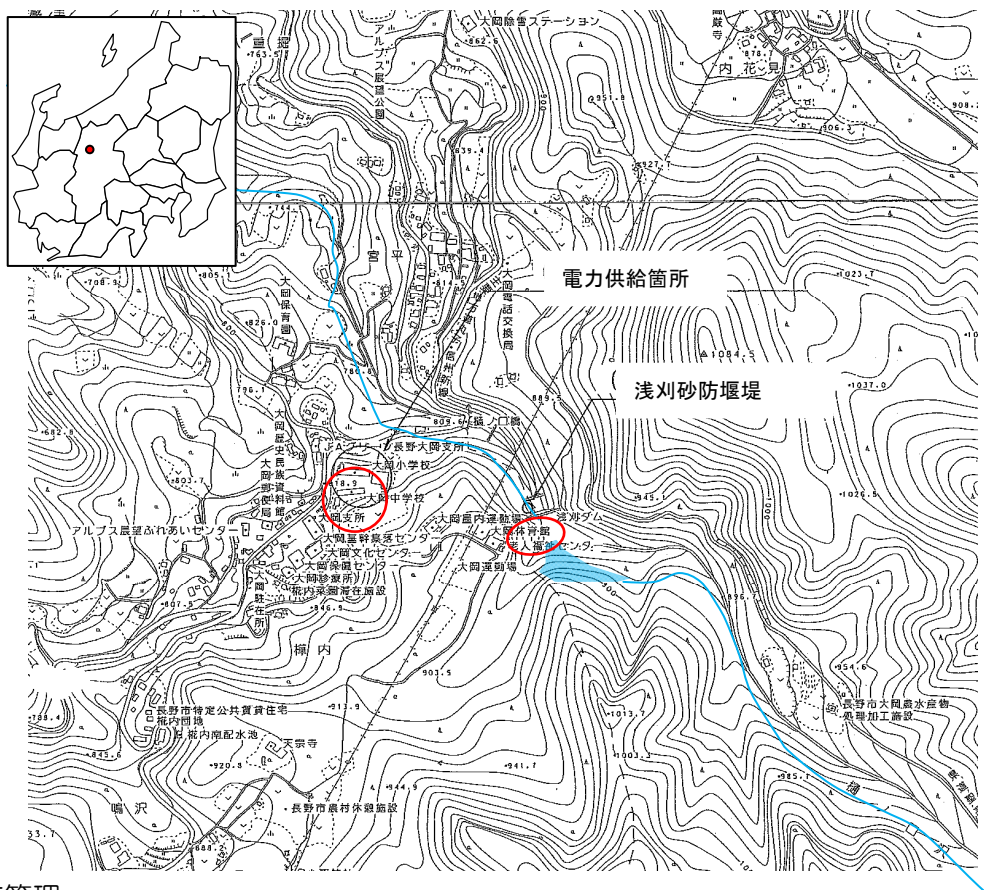
② 特記事項

・ 許認可

長野県知事 : 砂防指定地内行為・砂防設備占用の協議（砂防法、長野県砂防指定地管理条例）
 : 普通河川であり、水利使用許可（河川法）の対象とはならない。
 県との事前協議では、既得水利権者ならびに特定水利権者の国土交通省と申請者との協議がもともとめられており、申請者は既得水利権者から文章で承諾を、国土交通省からは特定水利権申請が不要であることを確認済み。

経済産業大臣 : RPS法にかかる新エネルギー等発電設備認定

③ 位置図



④ 維持管理

- ・ 発電所周辺の草刈清掃（適時、農業用水利用者が行っている）
- ・ 電線等の保守（年1回、委託による）
- ・ 発電機の保守（年1回、委託による）
- ・ 保守の委託費は、20～30万円/年

⑤ 発電の概要および事業効果

・ 発電実績

- 平成20年度の年間発生電力量=1.7万 kWh、うち約99.9%（平成20年度実績）を小中学校で消費。余剰は売電。
- 平成20年度は、平年より流量が少なく、計画発電量に達しなかったが、小中学校の電力需要の約16%（平成20年度実績）を発電施設から供給。

・ 事業の効果

- 計画（過去10年間の流況データより算出）では、小中学校の電力需要の約45%を発電施設から供給し、自家発電による電力料金の削減効果は約50万円/年を想定している。



砂防堰堤



水圧管路



発電所



大岡小中学校

2.2.2 導水路方式の事例

(1) 奈良県下北山村

① 計画概要（副堤から取水）

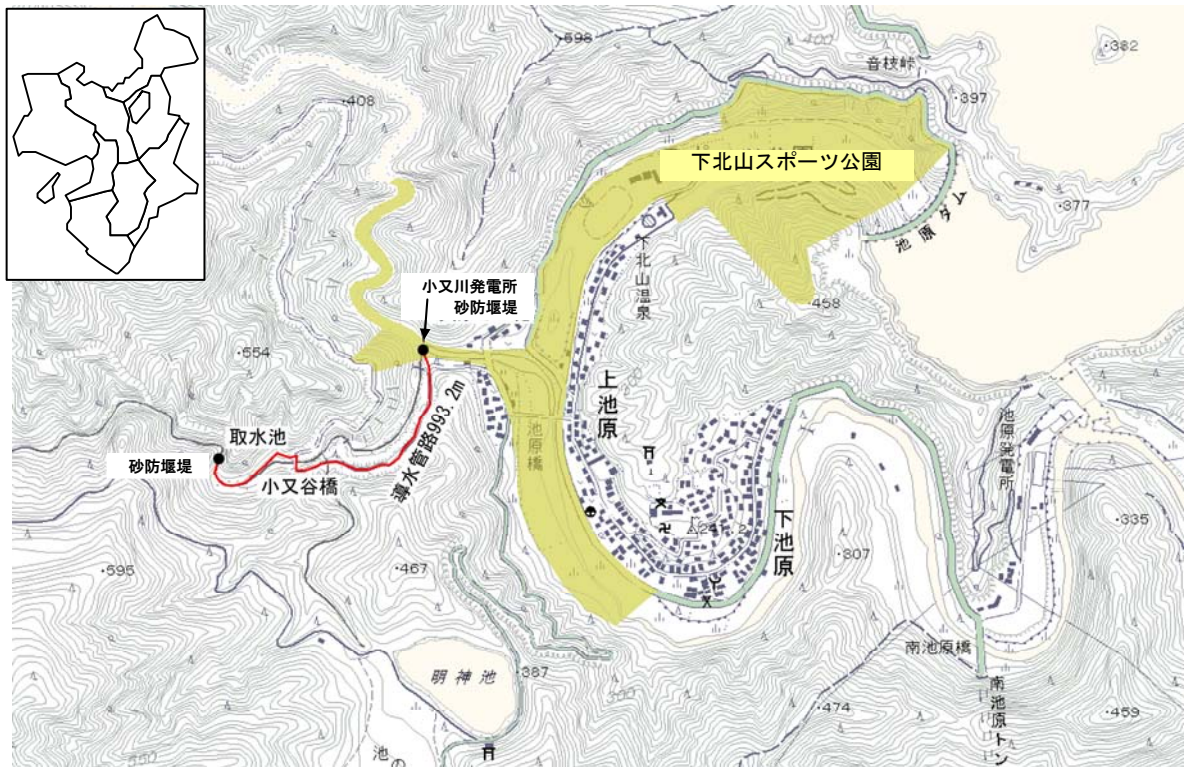
一級河川小又川にある既設砂防堰堤を利用して、下北山スポーツ公園等に電力供給する目的で水力発電所を設置。既設砂防堰堤副堤に腹付けコンクリートを打設して設けた取水施設から、延長約 1,000m の導水路を経由して発電所に導水している。

② 特記事項

・ 許認可

- | | |
|---------------|---|
| 奈良県知事 | ： 砂防指定地内行為・砂防設備占用の協議（砂防法、奈良県砂防指定地規則）、保安林作業許可（森林法） |
| 国土交通大臣 | ： 水利使用許可（河川法） |
| 経済産業省近畿経済産業局長 | ： 工事計画・主任技術者・保安規定の届け出（電気事業法） |
| 経済産業大臣 | ： RPS 法に基づく新エネルギー等発電設備認定 |

③ 位置図



④ 維持管理

- ・ 取水口のごみ清掃（週 3 日、委託による）
- ・ 電気設備・電線等の保守（月 2 回、年次点検等、委託による）
- ・ 発電器メンテナンス（年 1 回、委託による）
- ・ 保守の委託費は、400 万円/年

⑤ 発電の概要および事業効果

・ 発電実績

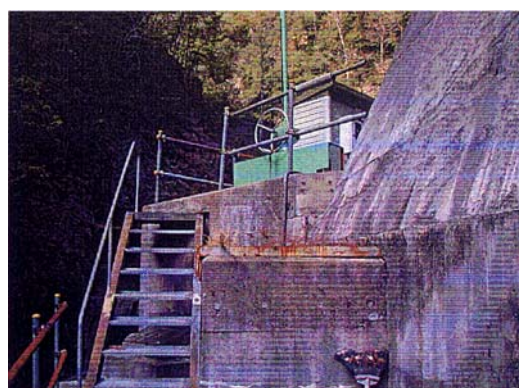
- 平成 20 年度までの過去 5 ヶ年の平均年間発生電力量=61.7 万 kWh、うち自家消費 44.6 万 kWh (約 72%)。余剰は売電
- スポーツ公園の電力需要の 80%を発電施設から供給

・ 事業の効果

- 自家発電による電力料金削減効果は約 500 万円/年で、保守委託費を上回る効果が得られている



取水施設



沈砂池



発電所

工事中的
導水路

発電所導水路

(2) 大分県日田市（旧中津江村）

① 計画概要（本堤から取水）

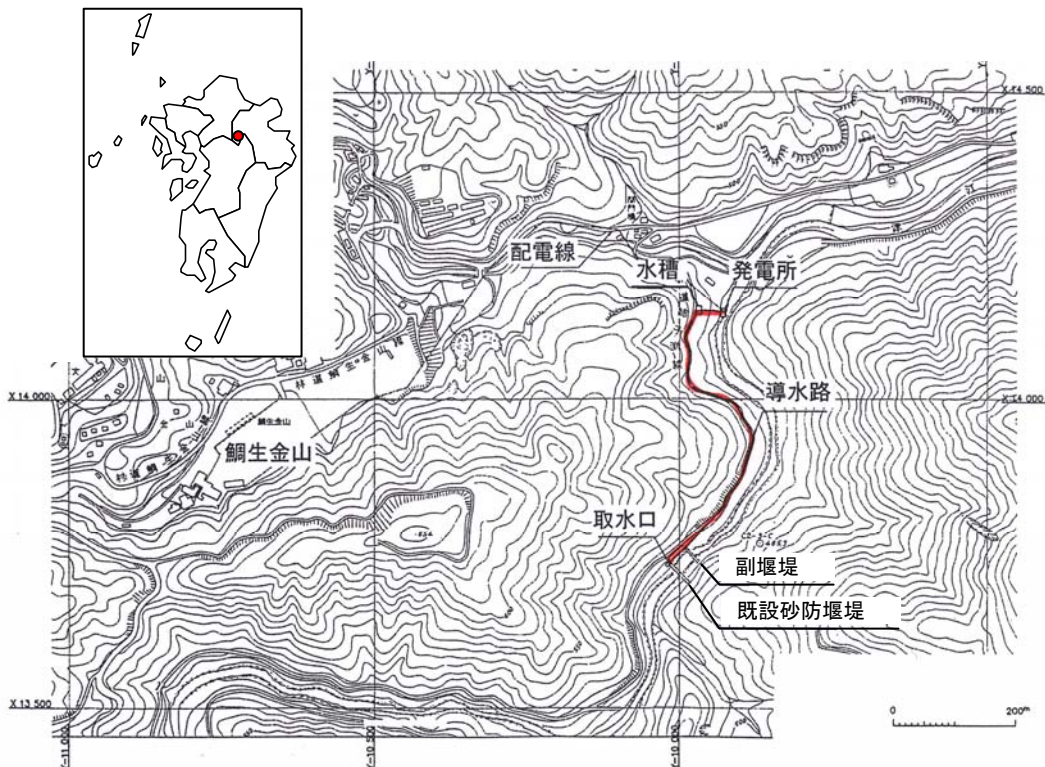
一級河川・津江川（通称、鯛生川）にある既設砂防堰堤を利用して、既設系統へ連系して村独自の電気として鯛生金山観光施設に電力を供給する目的で発電所を設置。鯛生砂防堰堤（平成元年度完成）の上流側に取水設備を設置し、延長約 550mの地中に埋設した導水路にて発電所に導水している。

② 特記事項

・許認可

- | | |
|----------------|--|
| 大分県知事 | ：砂防指定地内行為・砂防設備使用等の協議（砂防法、大分県砂防指定地及び砂防設備の管理に関する規則）
県立自然公園普通地域内工作物の新築に係る届出等（大分県立自然公園条例） |
| 国土交通大臣九州地方整備局長 | ：水利使用許可（河川法） |
| 経済産業省九州経済産業局長 | ：工事計画・主任技術者・保安規定の届け出（電気事業法） |
| 経済産業大臣 | ：RPS 法に基づく新エネルギー等発電設備認定 |

③ 位置図



④ 維持管理

・ 今後の維持管理にあたり、以下の費用を見込んでいる

○ 主任技術者の嘱託費	720 千円/年
○ 電気保安協会委託費	500 千円/年
○ 年次点検委託費	500 千円/年
○ 保険料ほか	100 千円/年

合計 1,820 千円/年

⑤ 発電の概要

- 平成 17 年 4 月～12 月の発電実績は 33 万 kWh で、計画値の 105%
- うち、96%を自家消費



砂防堰堤（上流側）



砂防堰堤（下流側）



発電所外観



電力供給先施設 道の駅「綱生金山」

2.3 既設砂防堰堤を活用した発電を検討する際の留意点

効率的な発電が行える地点を見つけるためには、以下のようなポイントに注意してください。

(1) 河川の流路が安定していること

- 毎年の降雨で流路が大きく変わってしまうような河川では、取水口や発電機を設置するための安定した場所が確保できない可能性があります。
- 一方、過去には土砂流出が多く流路が不安定だった河川でも、上流側に砂防工事等が行われて、流路が安定した河川であれば、発電の可能性があります。

(2) 渇水期でもある程度の水量が確保できること

- 季節的に流量が全くなってしまう地点では、発電の経済性が悪くなります。
- 一方、電力の供給先の電力需要にも季節変動があるので、水量の多い季節に多くの電力を消費する施設へ供給する計画は効果的です。

(3) 発電地点からあまり遠くない位置に、電力を消費する施設があること

- 送電線を新たに建設するには費用がかかります。目安として、500mくらいまでの距離内に電力の供給先施設を確保してください。
- 供給先施設が遠くても電力会社の送電線網を有料で借りることもできます。
- 電力会社からの送電/配電線が来ていない遠隔地であれば、既設のディーゼル発電機などを代替する有益な発電事業となる可能性があります。

(4) 砂防堰堤上流もしくは本堤と副堤の間から安定的に取水できること

- 安定して取水できることが必要です。また、発電機内への土砂流入を防ぐ沈砂池の役割が必要なことから、例えば本堤と副堤間の水じょく池を活用することも有効です。

3. 砂防施設を活用した小水力発電の 経済性概略判定手法について

3. 砂防施設を活用した小水力発電の経済性概略判定手法について

3.1 経済性の概略判定フローチャート

経済的な発電の可能性があるかどうかを概略的に判定する方法をご紹介します。
この方法をフローチャートで示すと、次のようになります。①～⑦の番号は、次ページ以降の各手順に対応しています。

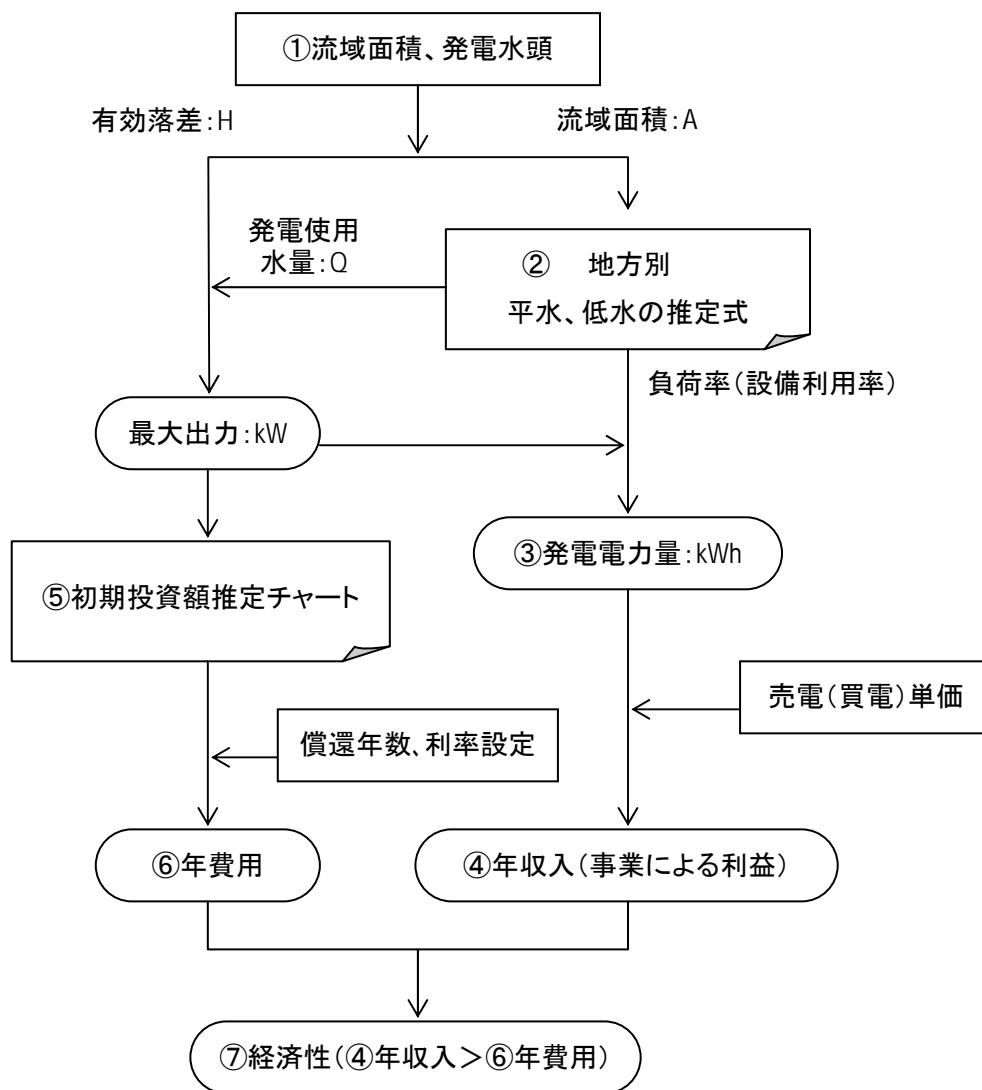


図 3.1 経済性の概略判定フローチャート

<<<本資料利用上の注意点>>>

流量推定式および事業費推定チャートは誤差を含んでいます。特に流量は、流域により誤差が大きくなる可能性があります。できる限り、既存の流量資料を利用するようにしてください。上記の方法により、「事業が成立する可能性がある」という結果が得られた場合は、流量観測、概略的な発電計画など、より具体的な検討を行うことをお勧めします。

また、発電計画の概要（取水方法、水路や発電所の配置、落差など）が具体的に想定される場合には、上記の方法ではなく参考文献で紹介しているガイドブック等を使用するようにしてください。

① 必要な情報

以下の情報を用意してください。

- ・ 堰堤地点における流域面積 ($A[\text{km}^2]$)
- ・ 想定される発電水頭 ($H[\text{m}]$ 、例えば有効落差などで設定する)

② 流量の推定（堰堤地点の流量として利用できる観測データがない場合）

次の式を用いて、平水流量、低水流量、濁水流量を推定します。（各地方の資料から統計的に求めたものです）

表 3.1 地方別の流量の推定

$$\text{計算式： } Q_i = \beta \cdot A^\alpha \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

地 方		平水 (Q_1)	低水 (Q_2)	濁水 (Q_3)
東北太平洋側	α	0.8805	0.8212	0.8564
	β	0.0639	0.0539	0.0296
東北日本海側	α	0.8293	0.7680	0.7065
	β	0.1257	0.1001	0.0772
関東	α	0.7863	0.7537	0.7342
	β	0.0618	0.0494	0.0379
北陸	α	0.7573	0.8267	0.7109
	β	0.1890	0.0944	0.0873
中部	α	0.9322	0.9364	0.9348
	β	0.0553	0.0360	0.0240
近畿	α	0.8963	0.8314	0.7216
	β	0.0498	0.0395	0.0352
中国	α	0.7597	0.7810	0.8491
	β	0.0838	0.0525	0.0253
四国太平洋側	α	0.9862	0.9922	0.9813
	β	0.0416	0.0238	0.0144
四国瀬戸内側	α	0.4203	0.4136	0.4060
	β	0.2077	0.1274	0.0704
九州	α	1.2300	1.2580	1.3281
	β	0.0148	0.0087	0.0044

③ 最大発電使用水量及び年可能発電電力量の推定

最大発電使用水量としては、平水流量あるいは低水流量が考えられます。

電力需要と以下で求まる最大出力を比較し、最大出力が電力需要を下回るよう、選択してください。

電力需要が十分大きい場合あるいは不明の場合は、平水流量を使用します。

$$\text{最大出力 (} P_{\text{max}} \text{)} = 9.8 \times \text{最大発電使用水量 (} Q_p \text{)} \times \text{発電水頭 (} H \text{)} \times \text{効率 (=0.75)} \quad [\text{kW}]$$

ここで、 最大発電使用水量 (Q_p) : 平水流量 (Q_1) 又は低水流量 (Q_2) $[\text{m}^3/\text{s}]$

年可能発電電力量=最大出力×365×24×利用率 (=平水流量の場合 0.7；低水流量の場合 0.8) [kWh]
 (平水流量を用いると最大出力は大きいですが流量による出力変動も大きくなり、低水流量ではその逆でいずれも小さくなります)

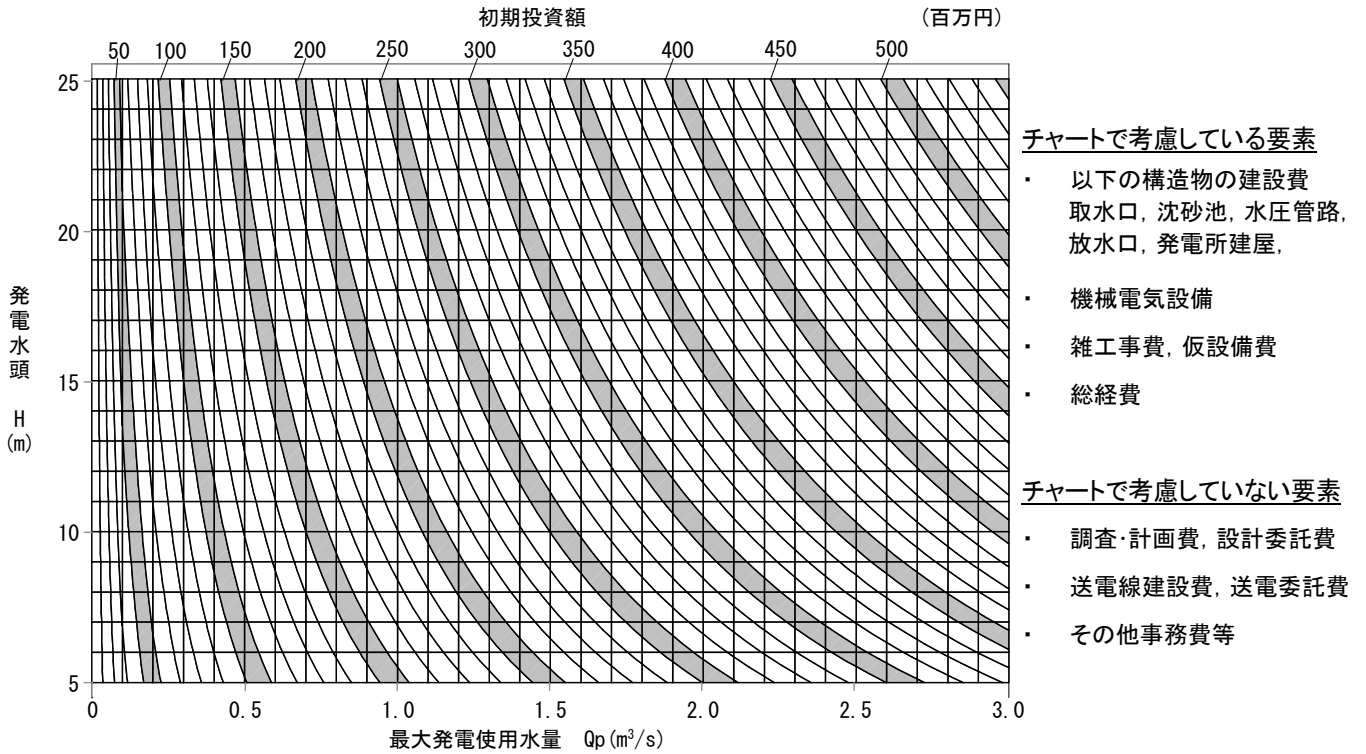
④ 年収入の推定

上記の年可能発電電力量に以下の単価を乗じて、年（事業）収入を求めます。

- 1) 現在電力会社から購入している電力を代替する場合：kWhあたりの電気料金（例えば 11 円/kWh）
- 2) 電力の販売を考える場合：8.9 円/kWh（参考資料 2 を参照されたい）

⑤ 事業費（初期投資額）の推定

HとQpから、以下のチャートを使って事業費を推定します。



「 hidroハレー開発計画ガイドブック（平成17年3月差替版、新エネルギー財団）」を参考に作成

図 3.2 事業費(初期投資額)早見図

貴自治体で利用可能な補助金制度から、初期投資の自己負担額を求めてください。

⑥ 年費用

下表の資本回収係数（現在の原資を一定の利率で運用しながら取り崩していくときの年金額を求めたり、住宅ローンなどの借入総額から每期ごとの返済額を計算するとき使用する係数）を初期投資自己負担額に乗じて、年費用（初期投資の必要回収額）を求めます。

表 3.2 資本回収係数 $(= i * (1 + i)^n / 1 - (1 + i) - n)$

	資金回収年数 n				
	7 年	10 年	15 年	20 年	30 年
利率 i : 3% の場合	0.1605	0.1172	0.0838	0.0672	0.0510
利率 i : 4% の場合	0.1666	0.1233	0.0899	0.0736	0.0578

⑦ 経済性の概略判定

想定される資本回収年数と利率における年費用が④で求めた年収より上回っていれば、経済性が高いと思われます。

3.2 早見表を利用した計算例

「経済性の概略判定フローチャート」に従い、2つの方式の計算例を示します。いずれも実際に小水力発電が行われている地域のデータを用いており、フローチャートによる計算値と実績を比較して示します。

(1) ケース1 (砂防堰堤落差方式：長野市)

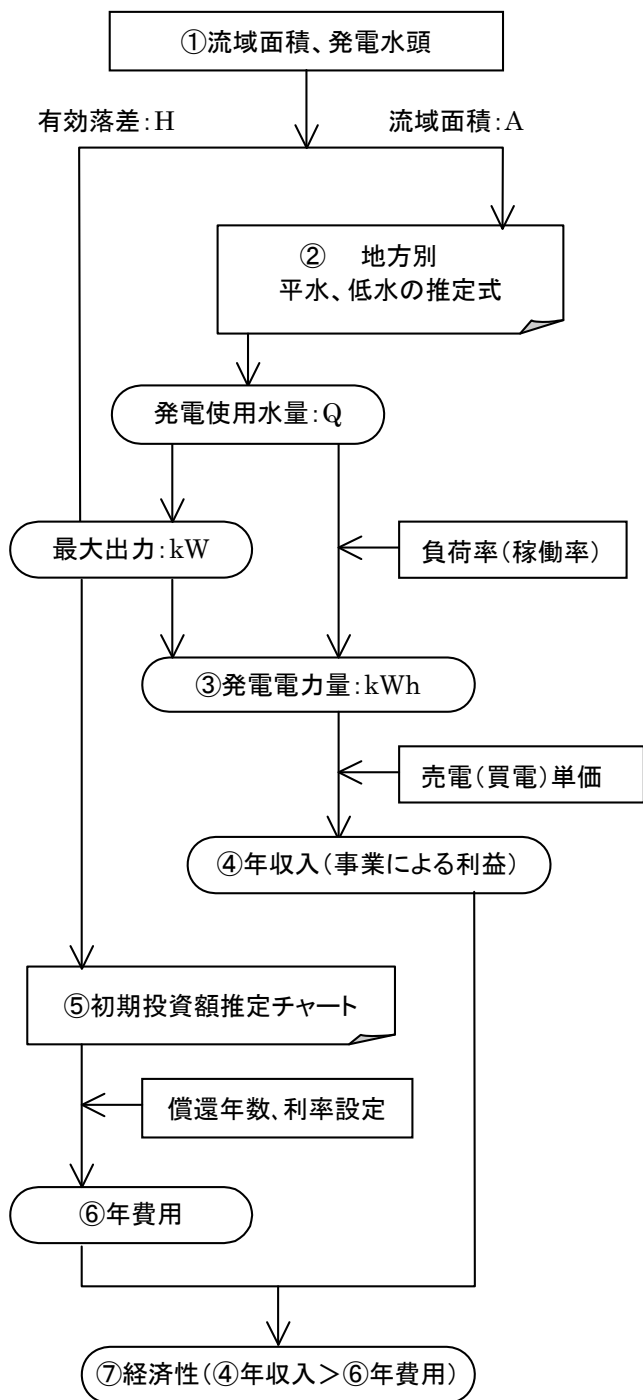


図 3.3 検討フロー

①流域面積、発電水頭

流域面積：5.4km²

発電水頭：13.7m (砂防堰堤高：2.5m)

②平水、低水流量の推定

流域：中部地方

平水流量 (Q_1) = $0.0553 \times 5.4^{0.9322} = 0.27 \text{m}^3/\text{sec}$

低水流量 (Q_2) = $0.0360 \times 5.4^{0.9364} = 0.17 \text{m}^3/\text{sec}$

③発電電力量の推定

最大出力

平水流量: $P_{\max} = 9.8 \times 0.27 \times 13.7 \times 0.75 = 27 \text{[kW]}$

(一般家庭約 9 世帯分)

低水流量: $P_{\max} = 9.8 \times 0.17 \times 13.7 \times 0.75 = 17 \text{[kW]}$

(一般家庭約 5 世帯分)

発電電力量

平水流量: $27 \times 365 \times 24 \times 0.7 = 166,000 \text{[kWh]}$

低水流量: $17 \times 365 \times 24 \times 0.8 = 119,000 \text{[kWh]}$

④年収入の推定

代替電力を目的とする場合

平水流量: $166,000 \text{kWh} \times 11 \text{円} = 1,830 \text{千円}$

低水流量: $119,000 \text{kWh} \times 11 \text{円} = 1,310 \text{千円}$

電気事業者への電力の販売を目的とする場合

平水流量: $166,000 \text{kWh} \times 8.9 \text{円} = 1,480 \text{千円}$

低水流量: $119,000 \text{kWh} \times 8.9 \text{円} = 1,060 \text{千円}$

⑤初期投資額の推定

平水流量: $C = 91,000 \text{千円}$

補助 50% を適用して $C' = 45,500 \text{千円}$

低水流量: $C = 69,000 \text{千円}$

補助 50% を適用して $C' = 34,500 \text{千円}$

⑥年費用の推定 (利率 3% とする)

表 3.3 流量別の年間費用の推定

発電使用水量	償還期間	費用 (必要回収額)
平水流量	10 年	$0.1172 \times 45,500 \text{千円} = 5,333 \text{千円}$
	30 年	$0.0510 \times 45,500 \text{千円} = 2,321 \text{千円}$
低水流量	10 年	$0.1172 \times 34,500 \text{千円} = 4,043 \text{千円}$
	30 年	$0.0510 \times 34,500 \text{千円} = 1,760 \text{千円}$

⑦経済性の評価

30年償却の場合で毎年約50万円程度の持ち出しとなるため、経済性の評価は低い。

表 3.4 事業性の評価

発電使用水量	償還期間	代替目的の場合		売電目的の場合		事業性の評価
		年 収 入 (千円)	年費用 (千円)	年 収 入 (千円)	年費用 (千円)	
平水流量	10年	1,830	<5,333	1,480	<5,333	代替・売電とも採算低い
	30年	1,830	<2,321	1,480	<2,321	代替・売電とも採算低い
低水流量	10年	1,310	<4,043	1,060	<4,043	代替・売電とも採算低い
	30年	1,310	<1,760	1,060	<1,760	代替・売電とも採算低い

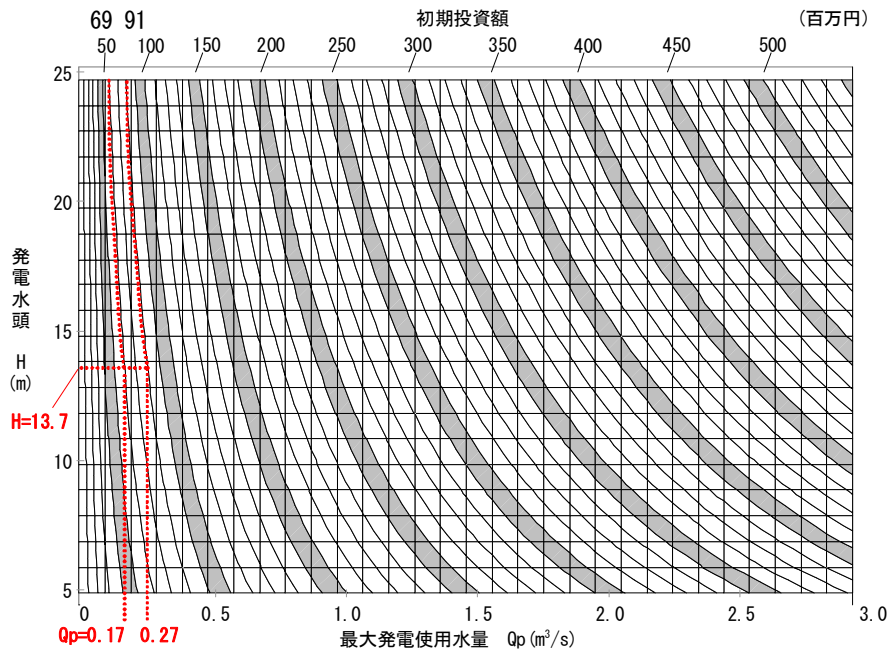


図 3.4 初期投資額の算出

実際の発電計画・実績

○発電の条件

有効落差 $H=13.7\text{m}$ ； 最大発電使用水量 $Q_p=0.08\text{ m}^3/\text{s}$ （計画値、流量推定値と大きく異なるのは、流域特性によるものです）

○最大出力

$$P_{\max}=6.7\text{kW}$$

○年可能発電電力量

=46,000kWh（10年間の既往流況データによる想定値、この計画では小中学校の電力需要の約45%を供給し、年間約50万円の電力料金の削減を見込んでいる）

○年収入

=約20万円（H2O実績で17,000kWh、小中学校の電力需要の約16%を供給）
（小中学校へ供給@11円/kWh（発電量の99.9%）、売電@6円/kWh：0.1%）

○初期投資額（土木設備＋電気設備）

=20,200千円

補助は50%

・NEDO「地域新エネルギー等導入促進事業」：50%

自己負担額=20,200×0.5=10,100千円（一般単独事業債：(100-50)%×90%=45%含む）

○検討結果

発電計画における収支見込は不明なため、資本回収係数は前出の表3.2を利用する。

年費用（必要回収額）=0.0510×10,100=515千円/年（30年償還の場合）

H2O実績：年収入200千円<年費用515千円を下回る。

計画値：年収入500千円<年費用515千円を若干下回る。

注）供用開始後、時間があまり経過していないことから、評価については今後の実績を踏まえて検証する必要がある。

(2) ケース2 (導水路方式：大分県日田市)

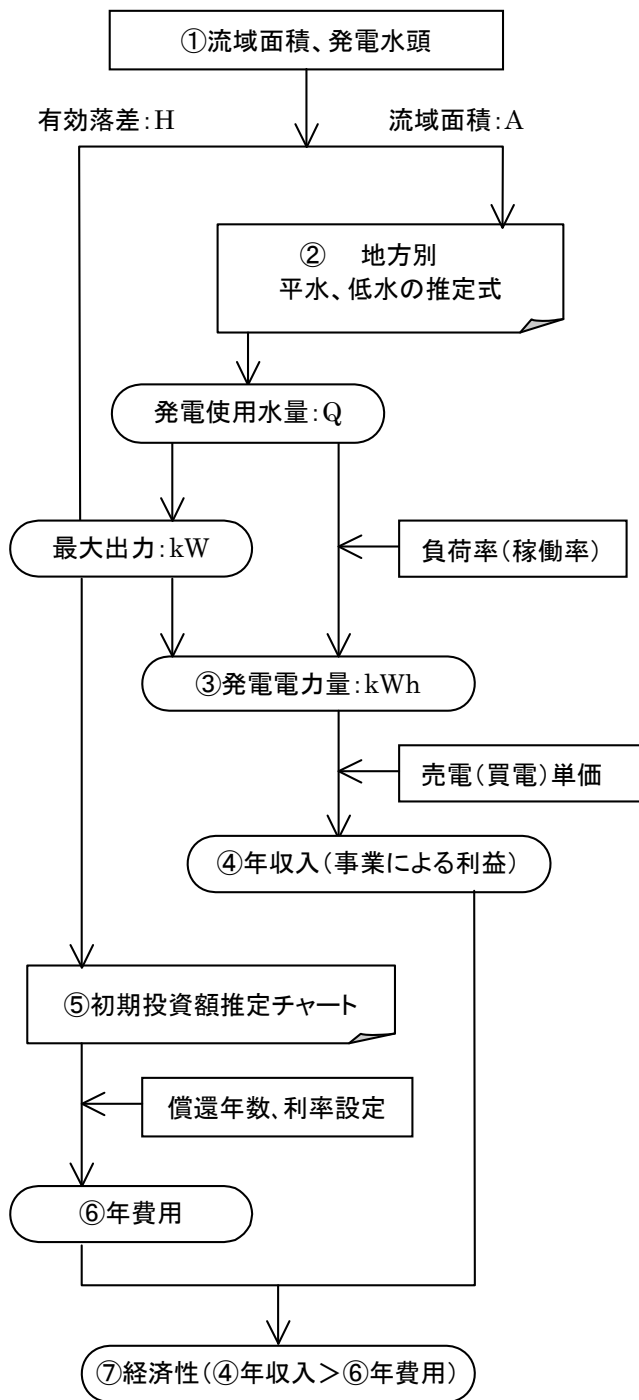


図 3.5 検討フロー

①流域面積、発電水頭

流域面積：15.6km²

発電水頭：18.0m；(砂防堰堤高 12.5m)

②平水、低水流量の推定

流域：九州地方

平水流量 (Q_1) = $0.0148 \times 15.6^{1.2300} = 0.43 \text{ m}^3/\text{s}$

低水流量 (Q_2) = $0.0087 \times 15.6^{1.2580} = 0.28 \text{ m}^3/\text{s}$

③発電電力量の推定

最大出力

平水流量: $P_{\max} = 9.8 \times 0.43 \times 18 \times 0.75 = 57 \text{ [kW]}$

(一般家庭約 19 世帯分)

低水流量: $P_{\max} = 9.8 \times 0.28 \times 18 \times 0.75 = 37 \text{ [kW]}$

(一般家庭約 12 世帯分)

発電電力量

平水流量: $57 \times 365 \times 24 \times 0.7 = 325,000 \text{ [kWh]}$

低水流量: $37 \times 365 \times 24 \times 0.8 = 259,000 \text{ [kWh]}$

④年収入の推定

代替電力を目的とする場合

平水流量: $325,000 \text{ kWh} \times 11 \text{ 円} = 3,580 \text{ 千円}$

低水流量: $259,000 \text{ kWh} \times 11 \text{ 円} = 2,850 \text{ 千円}$

電気事業者への電力の販売を目的とする場合

平水流量: $325,000 \text{ kWh} \times 8.9 \text{ 円} = 2,890 \text{ 千円}$

低水流量: $259,000 \text{ kWh} \times 8.9 \text{ 円} = 2,310 \text{ 千円}$

⑤初期投資額の推定

平水流量: $C = 130,000 \text{ 千円}$

補助率 83%を適用して $C' = 22,100 \text{ 千円}$

低水流量: $C = 105,000 \text{ 千円}$

補助率 83%を適用して $C' = 17,900 \text{ 千円}$

⑥年費用の推定 (利率 3%とする)

表 3.5 流量別の年間費用の推定

発電使用水量	償還期間	費用 (必要回収額)
平水流量	10 年	$0.1172 \times 22,100 \text{ 千円} = 2,590 \text{ 千円}$
	15 年	$0.0838 \times 22,100 \text{ 千円} = 1,850 \text{ 千円}$
低水流量	10 年	$0.1172 \times 17,900 \text{ 千円} = 2,100 \text{ 千円}$
	15 年	$0.0838 \times 17,900 \text{ 千円} = 1,500 \text{ 千円}$

⑦経済性の評価

補助率が高く、初期投資額が少ないため、事業の採算性が高い。

表 3.6 事業性の評価

発電使用水量	償還期間	代替目的の場合		売電目的の場合		事業性の評価
		年 収 入 (千円)	年費用 (千円)	年 収 入 (千円)	年費用 (千円)	
平水流量	10年	3,580	>2,590	2,890	>2,590	代替・売電とも採算性高
	15年	3,580	>1,850	2,890	>1,850	代替・売電とも採算性高
低水流量	10年	2,850	>2,100	2,310	>2,100	代替・売電とも採算性高
	15年	2,850	>1,500	2,310	>1,500	代替・売電とも採算性高

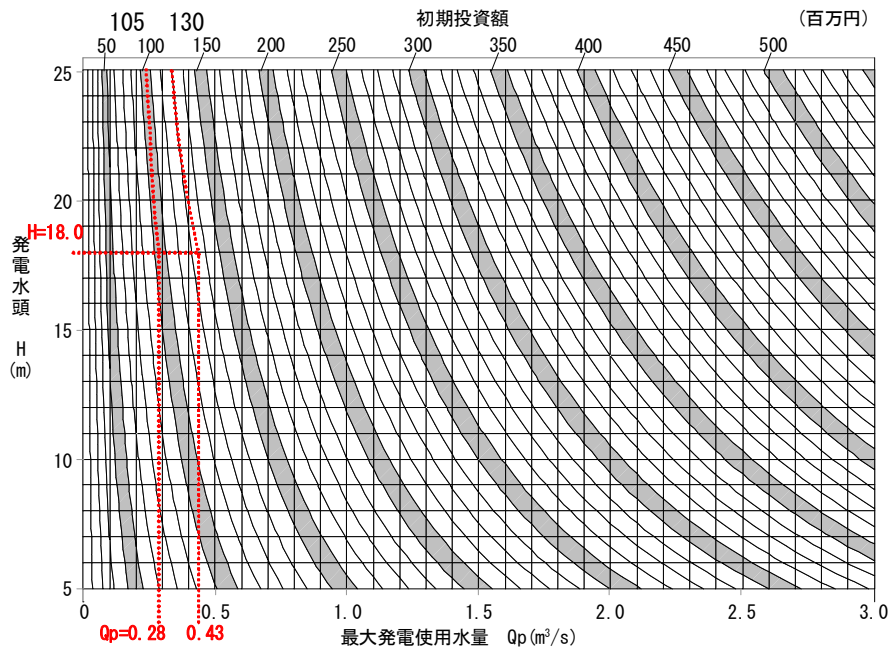


図 3.6 初期投資額の算出

実際の発電計画・実績

○発電の条件

発電水頭 (H) =18.0m 水路 (590m) を設けて落差を確保している。

○最大発電使用水量の設定

近傍にある流量観測を用いて次のように設定。

低水量=0.31m³/s 濁水量=0.20m³/s

ならびに河川維持流量を考慮した上で、最大使用水量を 0.50 m³/s とした
(平水流量相当)。

○最大出力

$$P_{\max}=9.8 \times 0.50 \times 18 \times 0.75=66 \text{ [kW]}$$

○年可能発電電力量

=66×365×24×0.68=394,000kWh (設備利用率 68%は逆算) うち、自家消費は 75%

○年収入 (平成 20 年度実績)

収入 (電気料金節約額+余剰電力売電収入) 約 5,650 千円

○初期投資額

$C=170,100$ 千円 (但し、発電施設工事費は 136,542 千円)

補助 50%+33%=83%

・農水省環境保全機能向上実験モデル事業：50%

・過疎債：47% (うち 70%が交付税措置分)

自己負担額= $170,100 \times (1-0.83)=28,900$ 千円

○検討結果

発電計画における収支見込は不明なため、資本回収係数は前出の表 3.2 を利用する。

年費用 (必要回収額) = $0.1172 \times 28,900=3,390$ 千円/年 (10年償還の場合)

年収入 5,650千円 > 年費用 3,390千円を上回る。

4. 砂防施設を活用した小水力発電実施にあたって必要な手続きについて

4. 砂防施設を活用した小水力発電実施にあたって必要な手続きについて

小水力発電の導入にあたり、関係法令に基づき許可申請や届出を行う必要があります。許可申請等に関連する法律は主に「砂防法」「河川法」「電気事業法」の3つで、施設の出力や対象施設を設ける河川によって、手続きの内容や申請先が異なります。申請の順番は以下の1)~3)の順となり、工事着手前に全ての手続きを完了させておく必要があります。

これらの流れについては図 4.1 に示します。

1) 砂防施設等の利用に関する許可を得る「砂防指定地内行為許可申請(砂防法)」

砂防施設の改造を行い、かつこれを継続的に利用するため、「砂防指定地内行為許可申請」が必要となります。

2) 流水等の占有に関する許可を得る「水利使用許可申請(河川法)」

河川の流水を利用して発電を行うため、河川法第23条に基づく「流水の占有」の許可を河川管理者から得る必要があります。許可の期間は、原則として概ね20年とされています。

発電施設建屋や放水路等の施設のために河川区域内の土地を利用する場合は、河川法第24条に基づく「土地の占有許可」が必要となります。

発電のための「流水の占有」は河川法施行令第2条第3号により「特定水利使用」と定められているため、許可申請は、対象施設が一級水系の場合は指定区間の内外を問わず国土交通大臣に対して行い、二級水系の場合は都道府県知事又は指定都市の長に対して行います。いずれの場合も、経済産業大臣・都道府県知事（または指定都市の長）・関係市町村長からの意見聴取等が आवश्यकとなっています。

なお、導水路等を設けず砂防施設直下で発電を行い、すぐに河川に流水を戻す「砂防堰堤落差方式」で発電を行う場合は、許可申請が不要となる場合がありますが、申請前に河川管理者と相談し、許可が必要かどうか確認を行うようにしてください。

3) 発電設備の設置・維持管理に関する許可を得る「工事計画書事前届出、保安規定届出、主任技術者選任許可申請(電気事業法)」

計画する発電規模が10kWを超える場合は、電気事業法に基づく「工事計画」「保安規定」「主任技術者」に関する届出を所管の産業保安監督部に行う必要があります。10kW未満の場合は不要です。これらの届出は工事着手の30日以上前に行う必要があります(届出受理後30日が経過しなければ工事に着手できません)。

また、電気事業法とは関係しませんが、小水力発電設備を電力会社の配電線と接続する系統連系を行う場合は、電力会社との個別協議が必要となります。個別協議では、電気工作物の技術基準を定める「電気設備に関する技術基準を定める省令(平成九年三月二十七日通商産業省令第五十二号)」に基づく「電気設備の技術基準の解釈について」に示されている要件を協議することとなります。

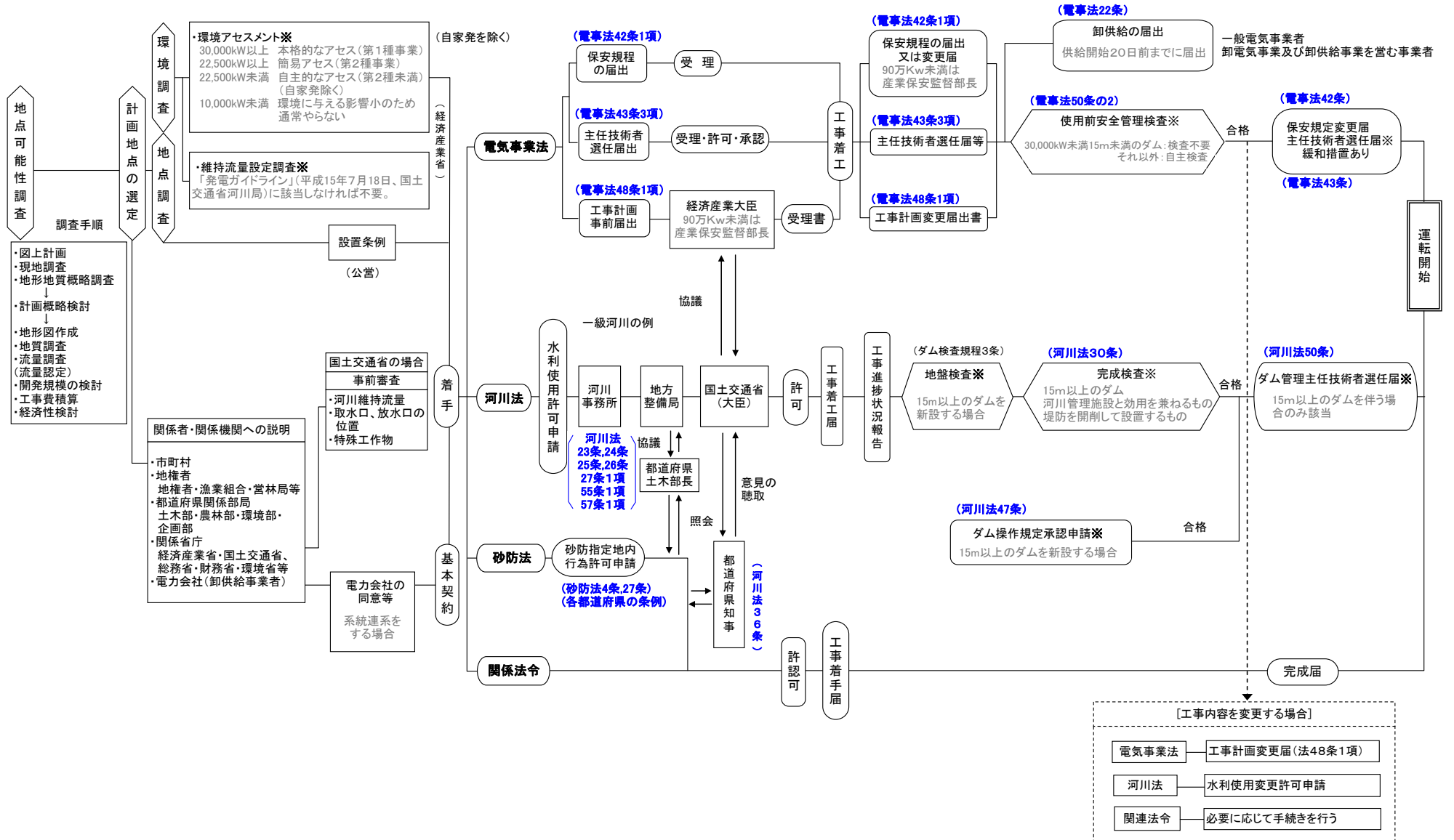
系統連系では以下のようなメリット・デメリットがありますが、系統連系を行うことが望ましいと言えます。

メリットの例

- 発電施設から電力消費施設まで、送電線を新たに建設するには費用がかかりますが、系統連系を行い、有料で電力会社の送電線網を使う方が安価になる場合があります。
- 発電した電力を売電することができるので、収入を得ることが出来ます。
- 流量の季節変動や何らかのトラブルにより、発電量が不足した場合でも、電力会社から買電することで、安定した電力供給が実現できます。

デメリットの例

- 系統連系する電圧や受電方式により、発電機設備として安全に運用するための電気保護対策や保護装置の設置が必要です。これらのコストを考慮する必要があります。
- 電力会社の送電線網を使うための使用料が必要になります。



計画地点の選定から着手まで	着手から許認可を得るまで	工事着工から検査合格まで	運転開始後の手続き
---------------	--------------	--------------	-----------

※については設置する施設によっては不用の場合もあり、事前に関係機関にご確認願います。
 出典: 中小水力発電ガイドブック(新訂5版)図1.1 水力発電開発事務手続きフローチャートの一部加筆・修正

図 4.1 計画から運転開始までの手続きの流れ

5. 砂防施設を活用した小水力発電実施にあたって留意すべき事項について

5. 砂防施設を活用した小水力発電実施にあたって留意すべき事項について

5.1 計画・設計段階における留意点

砂防堰堤から取水するためには、砂防堰堤を削孔して取水用管路を設けるなど、砂防堰堤の改良工事を行うこととなります。ここでは、こうした工事を実施しても問題無いかどうかを確認する際のポイントについて説明します。

ポイント1：取水管路等の取水設備を追加しても砂防堰堤は安定するか確認の必要があります。付属資料編5にその考え方を示します。

ポイント2：工事の計画段階の主な確認・検討事項は以下のとおりです。付属資料編6に工事の流れを示します

①堆砂敷や設置箇所への進入用仮設道路

- ・砂防管理者ならびに河川管理者との事前調整、手続き
- ・仮設道路の設計

②仮締切方法の検討

- ・仮設作業ヤードの形成方法
- ・止水用の鋼矢板の規模と打設方法
- ・工事域の締切方法
- ・仮締切内の排水方法
- ・取水設備設置箇所までの掘削方法

ポイント3：農業用水取水などのために既に堰堤に穴が開いていれば、こうした設備を利用して水位を下げることで、仮締切の規模を小さくすることも考えられます。

5.2 工事段階における留意点

工事中の安全対策として、以下の留意点があげられます。

(1) 土石流災害対策

土砂災害対策のために設置された砂防堰堤周辺での土木工事となるため、工事中の安全対策として、土石流災害に対する安全性確保に留意する必要があります。詳細は「改正労働安全衛生規則（土石流労働災害防止関係）・土石流による労働災害防止のためのガイドライン、労働省労働基準局安全衛生部建設安全対策室編、建設業労働災害防止協会発行」を参照してください。

(2) 出水対策

出水期に工事を行う場合は、前述の土石流対策の他に以下のような点に注意し、事前に対策を検討する必要があります。

- 1) 堤体に孔を開ける場合、施設完成までは開口部に仮蓋を設置するなどして、異常出水時に開口部から水が抜けないようにする。
- 2) 急激な水位上昇が発生した場合の工事関係者の避難基準（例えば、仮締切天端より 50cm 下がりで水位が上昇した時点など）や、避難場所を設定しておく。
- 3) 下流河川に影響を与える資材（燃料油やセメントなど）や重機等の流失を招かないように、資材置き場や重機等の退避先を設定しておく。

5.3 維持管理体制の構築

発電設備設置後は、施設の維持管理を継続して実施する必要があります。これらには取水口のゴミ掃除のような比較的軽微なものから、発電施設の定期点検のような専門の技術者によるものまで様々なものがあります。また発電機等には耐用年数があり、将来的に交換の必要も生じてきます。

こうした維持管理や将来の補修・交換等について、施設建設前に関係機関と協議を行い、担当や管理区間に関して協定書を交わしておくことが求められます。また電気設備の維持管理等は外部に委託することが考えられます。日常的な点検については、効率よく確実に実施できるよう事前に点検基準やチェックリストを作成することが望ましいです。

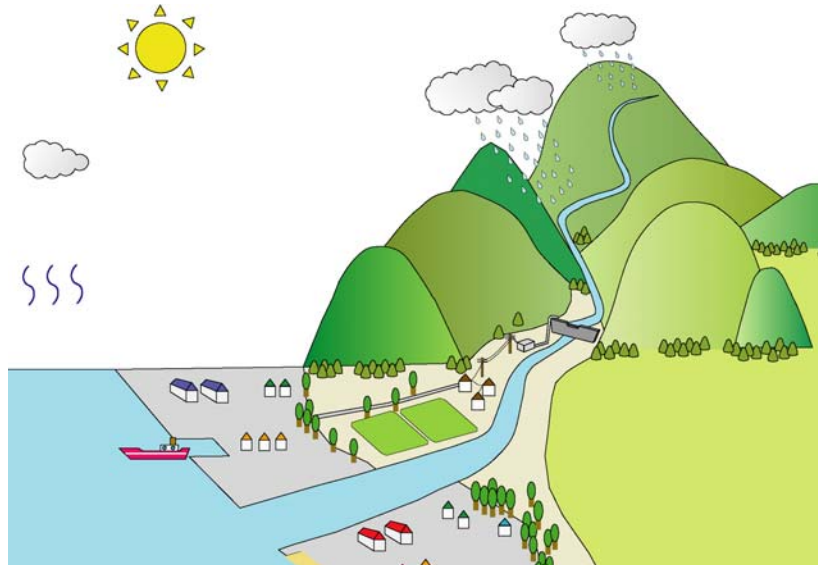
表 5.1 主な維持管理の内容

項目	内容
日常点検	取水口の清掃、発電機や水路の目視等による点検 →流木や枯れ葉、土砂の流入・堆積の有無 →水路等からの漏水の有無 →発電機からの異音・異臭の有無、計器・表示灯の異常の有無 等々
土木構造物の維持管理 (主に出水・地震等異常気象後)	水路や砂防堰堤削孔部の点検・補修等 →水路等や建屋の異常変位やズレ、亀裂等 →水路周辺の斜面崩壊等の有無 等々
電気設備の維持管理	専門技術者による発電機や配電装置の定期点検 →絶縁状態の測定や保護継電器の試験、計器の較正 等々

参 考 资 料

水力発電の仕組み

水力発電は、太陽光により蒸発した水分が雨や雪となって地上に降り、流下するときの位置エネルギーを利用しており、枯渇することのない再生可能エネルギーです。



施設の建設には費用がかかりますが、発電の際には燃料を消費しないため、長期間にわたりわずかな運転費用でエネルギーを生み出すことが可能です。

また化石燃料を燃やさないため、地球温暖化問題に対応していくためにも有効なエネルギーと考えられます。

水力発電により発生する電力の大きさ（出力：P）は、以下の式で計算されます。

$$P(\text{kW})=9.8 \times Q(\text{使用水量:m}^3/\text{s}) \times H(\text{有効落差:m}) \times E(\text{効率の係数})$$

これは単位時間の出力で、発電電力量（エネルギー量:kWh）は発電した時間を乗じたものとなります。

水力発電は、常に施設容量いっぱいの流量を使用できるわけではないので、年発電電力量は上記の電力に 8760 時間（24 時間×365 日）を乗じたものより小さくなります。この比（設備利用率）がより高いと、施設規模（或いは出力）に対する発電効率は高くなります。

$$\text{設備利用率}=\text{実際の年発電電力量} \div (\text{最大出力} \times 8760 \text{ 時間})$$

河川流量は変動するので、発電規模（最大使用水量）が大きいと、設備利用率は小さくなります。

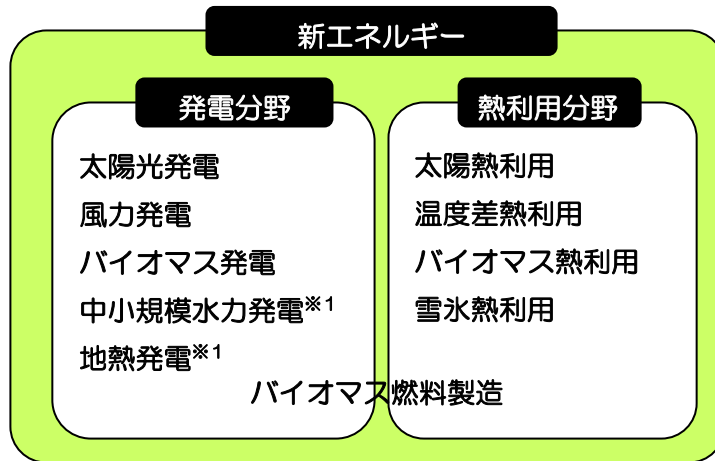
一方、出力あたりの建設費（キロワット単価）は発電規模と共に安くなる傾向にあるので、経済的にみて効率的な発電計画とは、設備利用率と発電規模のバランスが最も良好なところを探る作業と考えられます。

新エネルギーとRPS法

①新エネルギーの定義

新エネルギーとは、日本においては1997年に施行された「新エネルギーの利用等の促進に関する特別措置法」で「技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために特に必要なもの」と定義され、太陽光発電や風力発電、バイオマスなど10種類が指定されています。

新エネルギーの多くは純国産エネルギーで、資源の乏しい日本にとって、その技術開発の推進には大きな価値があります。



②RPS法（電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法）

電力会社などの電気事業者は、新エネルギー等から発電される電気を一定量以上利用することを義務付けることにより、電力分野における新エネルギー等の更なる導入拡大を図り、エネルギー安定供給確保に資するとともに、環境の保全に寄与することを目的とする法律です。通称RPS（Renewable Portfolio Standard）法と呼ばれます。RPS法の概要は、以下のとおりです。

○利用しなければならない新エネルギー等の電気の量

- ・H15年度は、一般電力会社10社平均で電気供給量の0.39%（33億kWh）
- ・H22年度には、電気供給量の約1.35%以上（122億kWh）としなければならない。

○新エネルギーによる電力の調達方法

電気事業者は、以下の3つのいずれかの方法により、義務を履行することになります。

- 自ら新エネルギー等電気を発電する
- 他の発電事業者から新エネルギー等電気を購入する
- 他の発電事業者等から「新エネルギー等電気相当量（RPS相当量）^{※2}」を購入する

新エネルギーにより作られた電力には、通常の電力価格に新エネルギーで発電していることによる付加的な市場価値（「新エネルギー等電力相当量」の価格）が上乗せされて取引されます。平成20年度において、水力発電の「新エネルギー等電力相当量」と電気を一体として取引した価格（上記bの場合）は、加重平均8.9円/kWhでした^{※3}。

※1 中小規模水力発電は1,000kW以下のもの、地熱発電はバイナリー方式のものに限る。

※2 新エネルギー等電気相当量：電気と分離して事業者間で取引することのできる量が義務履行のために活用できるもの。いわば新エネルギー分の価値に相当。

※3 RPS法下における新エネルギー等電気等に係る取引価格調査結果について（平成21年8月3日、資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー一部 新エネルギー等電気利用推進室）

電力需要

砂防堰堤を利用した発電が経済的に成立するためには、発電の可能性に適合した電力消費施設と組み合わせることが必要です。

発電所の出力や電力の需要は、キロワット (kW=1000 ワット (W)) の単位で表されますが、1キロワットがどのくらいのエネルギーになるのかは、次の例を参考にしてください。

<建物施設>

- 一般家庭の消費電力
1世帯あたり 3kW 程度
- 役場等の事務所の消費電力
床面積 1㎡あたり 40~80W

<屋外施設>

- 街路照明灯
1基あたり 100~400W
- テニスコート
2面あたり=20~40kW
- 野球場夜間照明
1面あたり 200~400kW
- サッカー/競技場
1競技場あたり 200~300kW
- ロードヒーティング
面積 1㎡あたり 200~400W

また、電力需要には1日の時間帯や季節などによる変動があります。

日変動及び季節変動は次のような状況です。

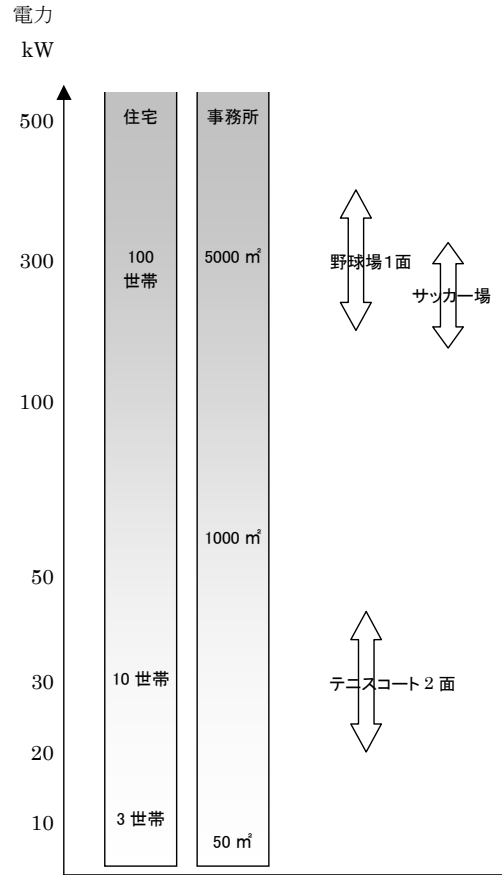
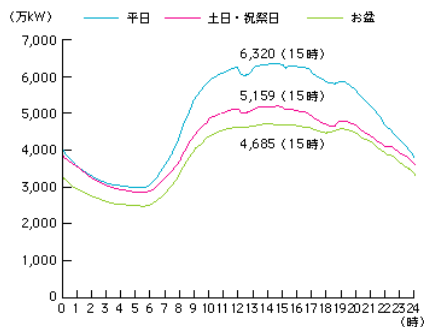
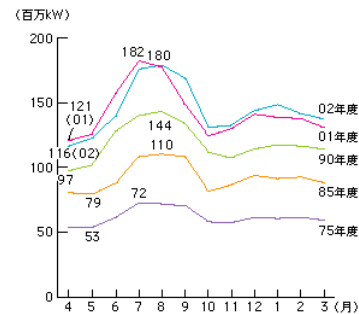


図 参.1 施設別の電力需要の事例



資料：東京電力(株)調べ
(注) データはそれぞれ、8月1日(平日)、10日(土)、15日(お盆)。



資料：電気事業連合会調べ

資源エネルギー庁「平成15年度 エネルギーに関する年次報告」(エネルギー白書)より

図 参.1 電力需要の日変動および季節変動(実績)

一旦発電した電力は貯めておくことができないので、発電使用水量を調整して発生電力を需要の変化に合わせます。また、需要がそのときの発生可能電力を超える場合には、施設側で電力会社の電力を購入して、需要に見合う電力を確保します。

付 属 資 料 編

主な各種補助金制度一覧

砂防堰堤を利用した発電の実施に際しては、様々な補助金を有効に活用することで、初期投資の自己負担額を軽減することが可能です。

主要な補助金制度を以下に示します。

表 付.1 主要な補助金制度

省庁	各種交付金・補助金制度	対象	補助率	補助範囲
経済産業省	ハイドロパレー計画開発促進調査※ ¹	地方公共団体	100%	自家消費を目的とした発電計画(概略設計)等
	中小水力発電開発事業※ ¹ 1.水力発電施設の設置等事業 2.水力発電施設の設置等の際し新技術を導入した部分	企業(団体等を含む) 地方公共団体 NPO等非営利団体等	1の場合…1/5以内 2の場合…1/2	水力発電施設の設置等事業(出力1,000kW～30,000kW以下)。 台風等による異常出水により損壊した水力発電施設で、損壊の復旧に伴って水車・発電機の改造を行い、出力が増加する場合についても補助金交付の対象としている。
	地域新エネルギー等導入促進事業※ ²	地方公共団体 非営利民間団体	1/2以内	設備導入事業と普及啓発事業(出力1,000kW以下)。発電施設の単独整備可能。
	新エネルギー等事業者支援対策事業※ ²	民間企業	1/3以内 (上限10億円)	設備導入事業(出力1,000kW以下)。
農林水産省	農村振興総合整備事業	都道府県 市町村	国50%、都府県25%、 地元25%	農業施設や公共施設に電力を供給する発電設備を整備。 ただし、発電施設の単独整備不可。
	地域用水環境整備事業 (H21年度～)	都道府県、市町村、 土地改良区	50%他	農業施設や公共施設に電力を供給する発電設備を整備(新規、更新とも可能)。発電施設の単独整備可能。
	村づくり交付金	村づくり交付金の 事業主体(市町村等)	50%他	村づくり計画が作成されていること。 農業施設や公共施設に電力を供給する発電設備を整備。 ただし、発電施設の単独整備不可。
	農山漁村活性化プロジェクト支援交付金	都道府県、市町村、 農協、土地改良区等	50%他	活性化計画への位置づけが必要。 農林水産業にかかわる共同利用施設への電力供給に限る。
環境省	二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金	地方公共団体	50%他	地球温暖化対策事業(代エネ・省エネに係るものに限る)に対して地球温暖化対策の強化と速やかな普及を図る。
総務省	過疎債	過疎地域に指定された 市町村	元利償還金の70%	平成21年度現在
	辺地対策事業債	市町村	元利償還金の80%	電灯用電気供給設備の整備、産業の振興等

※1)NEDO:(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構

※2)一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会

許認可手続きの流れ（砂防法）

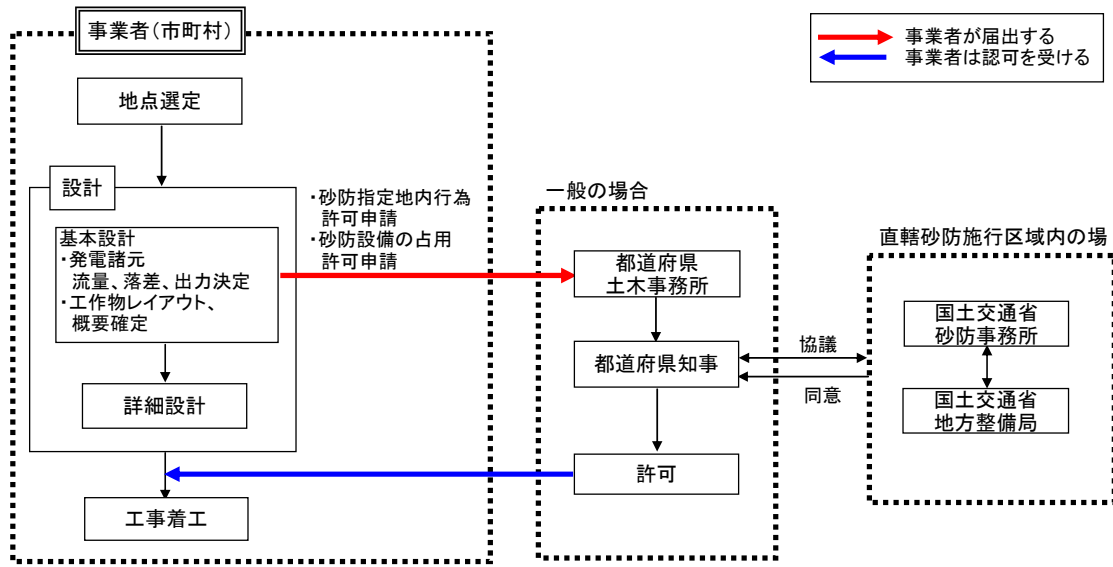


図 付.1 砂防法に関する許可申請の流れ

許認可手続きの流れ（河川法）

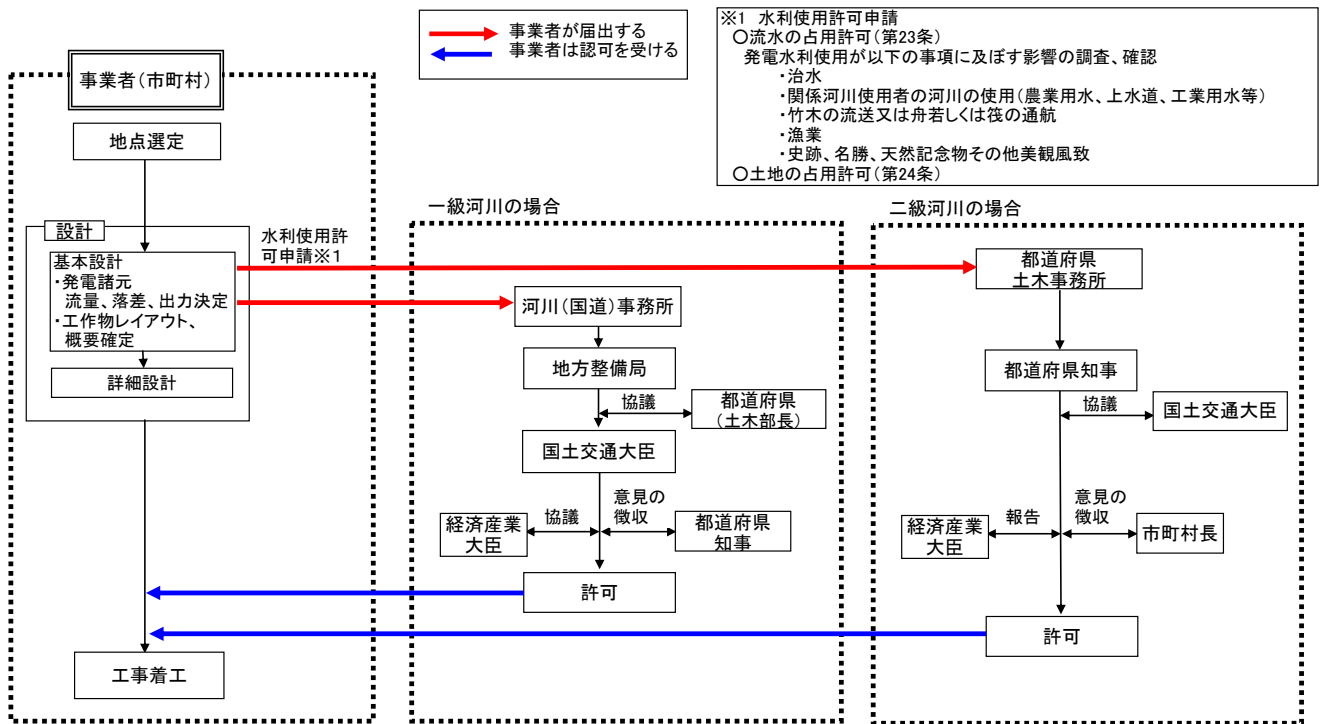


図 付.2 河川法に関する許可申請の流れ

許認可手続きの流れ（電気事業法）

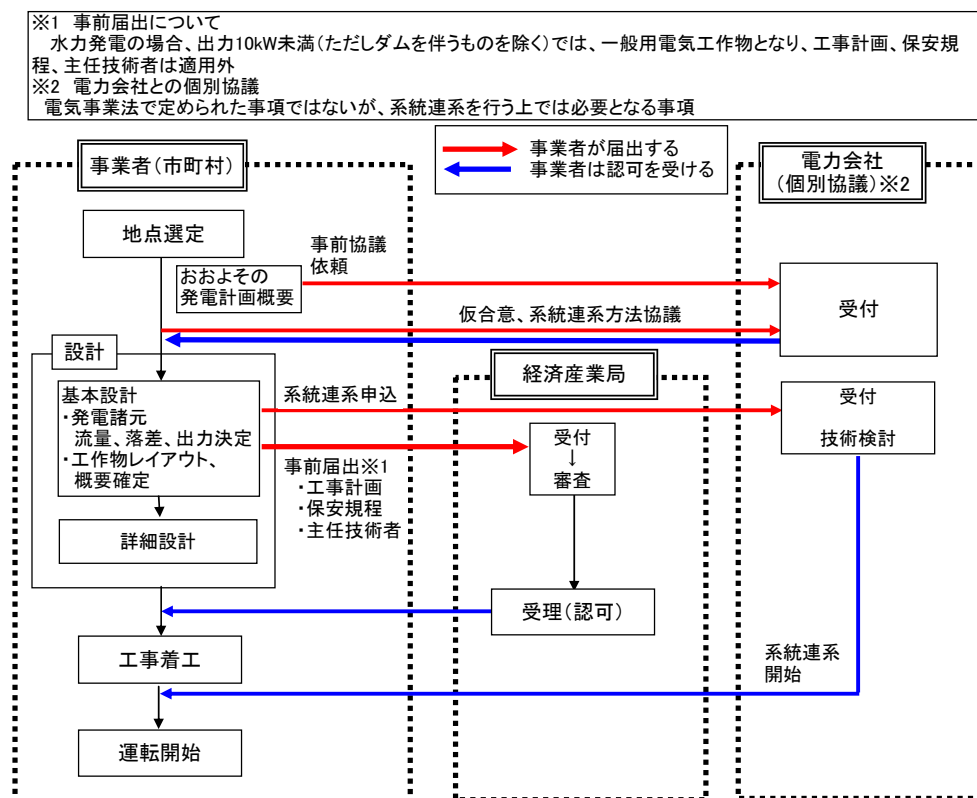
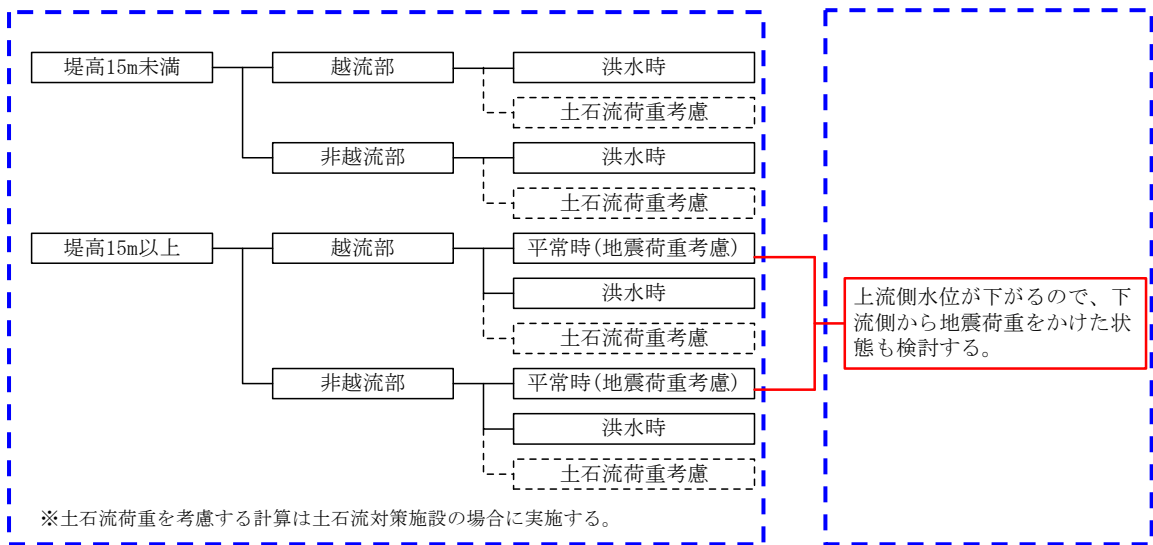


図 付.3 電気事業法に関する許可申請の流れ

砂防堰堤の安定性評価は、通常は満砂状態を想定して検討しますが、取水口を設けるとその周辺の堆砂位は取水口の高さまで下がるため、その状態でも砂防堰堤が安定するかどうかの評価が必要になります。その際の留意点を以下に示します。

堤高 15m 以上の砂防堰堤の安定性評価では地震荷重を考慮する必要がありますが、地震時の慣性力は、通常は上流からのみ作用させます（下流側から作用させても、水通し高まで満水状態のため計算するまでもなく安定することがわかります）が、管路を設けて水位を下げた場合に不安定になる恐れがあるため、下流から作用させた状態についても検討する必要があります。



通常行う安定計算のケース

取水設備時設置で留意すべき点

図 付.4 砂防堰堤に対する安定計算の検討ケース

このため、専門家による検討を行い、さらにその検討過程や結果について、学識経験者等による技術検討委員会に妥当性を評価してもらうことが望ましいといえます。

砂防堰堤に取水設備を設ける場合、本堤上流の堆砂域または水じょく池で仮締切を行い、取水設備設置予定箇所を作業しやすい環境にした上で、堤体に対して穴明け工事を行い、取水設備や発電所を設ける土木工事を実施する必要があります。これらの計画立案の流れと確認・検討すべき事項を以下に示します。

工事実施の流れ

①準備工事

- 仮設道路の設置
- 仮締切や止水用鋼矢板の設置
- 施工ヤードの排水や堆積土砂の除去

②取水口・水槽工事

- 取水口と水槽の構築
- 上流側から堤体の開口工事

③鉄管工事

- 下流側からの鉄管の敷設巻立て
- 開口断面と鉄管の間隙の止水

④放水路工事

- 放水路設置箇所の仮締切
- 発電所からの放水路の設置工事
- 放水路設置後の護岸等の復旧

⑤発電所工事

- 水車や発電機設置の基礎工事
- 発電機等機器設置後に発電所建屋の建設

⑥調整運転および仮設の撤去

- 各種調整運転の実施による確認
- 現場作業所等の仮設物の撤去

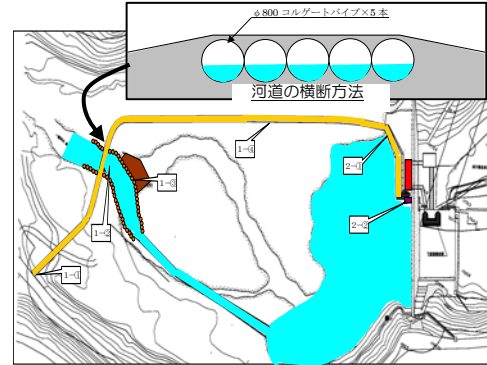


図 付.5 仮設道路の設置イメージ

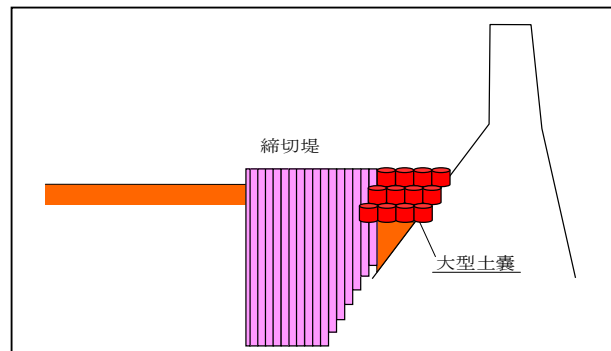


図 付.6 仮締切のための鋼矢板設置イメージ

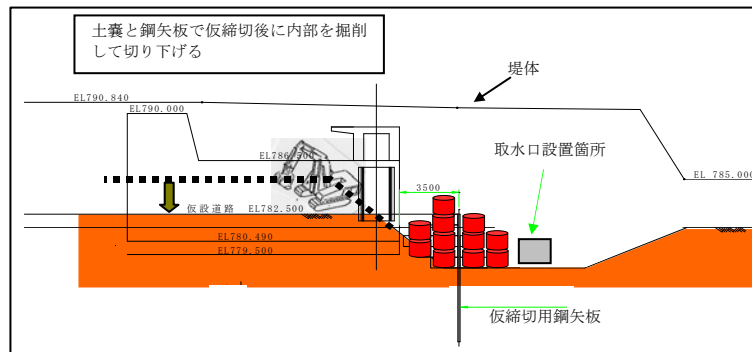


図 付.7 仮締切と締切内の掘削イメージ

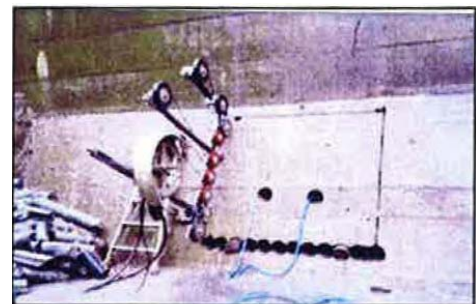
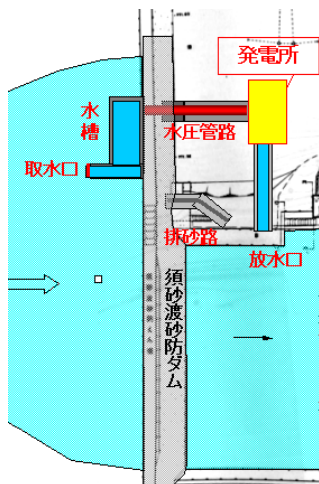


写真 付.1 取水口の掘削イメージ

参考文献

- ① 発電計画に関するもの
 - ・ ハイドロバレー計画ガイドブック，平成 17 年 3 月，財団法人新エネルギー財団
 - ・ 中小水力発電ガイドブック（新訂 5 版），平成 20 年 5 月，財団法人新エネルギー財団
- ② RPS 法・制度に関する情報
 - ・ RPS 法ホームページ，資源エネルギー庁 <http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/main.html>

連絡先

国土交通省 河川局 砂防部 保全課

〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3

(代)03-5253-8111

本資料は、砂防関係施設を活用した P F I の可能性ならびに成立条件等について調査・研究することを目的に、(財)砂防フロンティア整備推進機構に設置された「砂防に関する P F I 研究会」の成果を活用して作成されています。

技術的審查編

■計画・調査段階

(想定される審査の場面) ・既設砂防設備を活用した発電設備の設置計画検討に関する事前協議・審査 ・既設砂防設備の計画への影響・追加調査の要否に関する事前協議・審査 ・砂防指定地内行為及び砂防設備占用の許可申請に関する事前協議・審査 等		審査内容の例 (参考)	審査担当者記載欄 (確認内容等)
1. 砂防指定地内行為・砂防設備占有	砂防指定地の範囲を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> 砂防指定地内における行為・占有範囲を把握するための確認	
	発電設備設置の範囲を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> 発電設備、工用道路、仮設備の設置箇所を確認	
	発電設備設置のための行為の範囲を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> 掘削、盛土等の範囲を確認、※発電設備設置の範囲の土地所有者が調査されていることも確認	
2. 既設砂防設備の計画・構造諸元	施設効果量に影響しない行為であることを図面等により確認したか(例:既設砂防堰堤の水通し天端を切り下げる計画となっていないか等)	<input type="checkbox"/> 堰堤の水通し天端を切り下げる等、施設効果量に影響を及ぼす行為でないことを確認	
	発電設備を設置する既設砂防堰堤の計画上の位置付け(設置位置が土石流区間か掃流区間か等)を台帳等により確認したか	<input type="checkbox"/> 堰堤の設置位置により設計外力や構造等の考え方が異なるため位置付けを確認	
	発電設備を設置する既設砂防堰堤の堤体材料を台帳等により確認したか	<input type="checkbox"/> 発電設備を設置する既設砂防堰堤が石積の場合は、設置の是非について慎重に検討	
	発電設備を設置する既設砂防堰堤の形式を台帳等により確認したか	<input type="checkbox"/> 発電設備を設置する既設砂防堰堤がアーチ式等の特有の構造の場合は、設置の是非について慎重に検討	
3. 既設砂防設備の健全度	既設砂防設備が、発電設備設置に必要な健全度を有していることを確認したか	<input type="checkbox"/> 既設堰堤の健全度に問題がないことを調査結果により確認	
	【堤体穴あけ方式の場合】 発電設備を設置する堤体の非越流部の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/> 堤体の非越流部の健全度を確認	
	【チロル方式の場合】 発電設備を設置する堤体及び水叩き等の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/> 堤体及び水叩き等の健全度を確認	
	【サイフォン方式の場合】 発電設備を設置する堤体の非越流部及び袖部等の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/> 堤体の非越流部及び袖部等の健全度を確認	
	【側方取水方式の場合】 発電設備を設置する側壁護岸及び水叩き等の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/> 側壁護岸及び水叩き等の健全度を確認	
	健全度に懸念がある場合、改善のための対策が検討されている(または検討される見込み)であることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> 既設堰堤の健全度がC(要対策)であるが、発電設備設置に必要な対策を行った結果A(対策不要)またはB(経過観察)へ改善される見込みについて確認	
4. 既設砂防設備の追加調査(必要な場合)	追加調査の要否を確認したか	<input type="checkbox"/> 追加調査の要否を確認(例:諸元が不明な場合など)	
	調査の範囲や方法を計画書や図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> 調査の範囲や方法等を確認	
	追加調査実施前の健全度への復旧の範囲と方法を計画書や図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> ボーリング孔は既設堤体と同等の材料で埋め戻すことを確認	
5. 既設利水施設及び魚道等	既設の利水施設や魚道等の有無を確認したか	<input type="checkbox"/> 既設の利水施設や魚道等の有無を確認	
	既設の利水施設や魚道等がある場合、それらへの影響の有無を確認したか	<input type="checkbox"/> 既設の利水施設や魚道等が河川水を取捨できることを図面により確認	
6. 既設砂防設備の改築計画等	既設砂防設備の将来の改築計画等の有無、範囲、時期を確認したか	<input type="checkbox"/> 既設砂防設備の将来の改築計画等の有無、範囲、時期を確認	
	改築計画等に影響する場合、改築工事等の概要について発電事業者へ情報共有したか	<input type="checkbox"/> 発電設備の設置工事は改築工事等の完了後に行うことを確認	
	改築計画等がある場合、発電設備の設置が改築計画等に影響しないことを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/> 改築工事等の範囲と発電設備設置工事の範囲が干渉しないことを確認	
7. 利害関係者	利害関係者の有無を確認したか	<input type="checkbox"/> 河川管理者や漁業協同組合、道路管理者、農業関係者、地域住民など利害関係者の存在を確認	
	利害内容について確認したか	<input type="checkbox"/> 取水量に関する河川管理者協議等	
	利害関係者がいる場合、利害関係者との協議の予定・結果をを確認したか	<input type="checkbox"/> 利害関係者との協議の予定を確認	
8. その他	関連する他法令(河川法、森林法、盛土規制法等)の有無を確認したか	<input type="checkbox"/> 河川法、森林法、盛土規制法など調整を要する他法令の有無を確認	
	既設砂防堰堤を活用した小水力発電に関するガイドライン(案)等を発電事業者が認識しているか	<input type="checkbox"/> 発電事業者が小水力に関するガイドライン(案)等を認識していることを確認	

【注記】

- 別途都道府県において審査基準が定められている場合は、その審査基準に準じるものとする。
- いずれの取水方式においても、導水管が堤体を貫通する部分の技術的審査については、【堤体穴あけ方式】の内容を参照すること
- その他、審査の参考となる図書

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・河川砂防技術基準 設計編 ・河川砂防技術基準 維持管理編(砂防編) ・土石流・流木対策設計技術指針 ・工作物設置許可基準 ・許可工作物技術審査の手引き ・ダム・堰施設技術基準(案) ・砂防関係施設点検要領(案) ・砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案) ・既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案) ・既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き ・砂防指定地及び地すべり防止区域内における開発審査基準(案) ・小水力発電設置のための手引き ・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 | <ul style="list-style-type: none"> ・小水力発電を河川区域に設置する場合のガイドブック(案) 添付資料「Ⅰ チェックリスト」 添付資料「Ⅱ 堰設置式発電施設設計例」 添付資料「Ⅲ 水路設置式発電施設設計例」 添付資料「Ⅳ チロル式発電施設設計例」 ・水力発電水利審査マニュアル(案) ・水門鉄管技術基準(水圧鉄管・鉄鋼構造物編、溶接・接合編)一付解説一 ・ハイドロパレー計画ガイドブック ・中小水力発電ガイドブック ・中小水力発電計画導入の手引き ・水力計画地点流量算定マニュアル ・発電用水利設備の技術基準と官庁手続き ・盛土等防災マニュアルの解説 ・石積砂防堰堤の補強・改築における腹付工の事例と考え方 ・大源太川第1号砂防堰堤の改築 ・国土数値情報(砂防指定地データ) |
|--|--|

■設計・工事段階

(想定される審査の場面) ・発電設備設置に伴う既設砂防設備への影響に関する事前協議・審査 ・発電設備設置工事における安全対策等に関する事前協議・審査 ・砂防指定地内行為及び砂防設備占用の許可申請に関する事前協議・審査 等	審査内容の例 (参考)	審査担当者記載欄 (確認内容等)
1. 既設砂防設備の機能 発電設備設置に伴い、既設砂防設備への影響について確認したか ※複数の方式に当てはまる場合はそれぞれの項目を確認 【堤体穴あけ方式の場合】 取水設備は原則として非越流部に設置するものとし、取水設備設置後も既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか 堤体の非越流部への開口部設置後に、堤体の安定性が確保されていることを計算書等により確認したか 非越流部に設ける開口部が、堤体の継ぎ目や構造体の端部から所要の離隔を考慮した位置に設置されていることを図面等により確認したか 土石流対策の場合で袖部と本体の境界部に補強鉄筋が入っている場合は、開口部設置後も補強鉄筋の機能を確保する方法(代替措置等)が検討されていることを確認したか 非越流部に設ける開口部等が構造の弱部となることが懸念される場合は、保護コンクリート等で対策が検討されていることを図面等により確認したか 【チロル方式の場合】 取水設備設置後も既設砂防堰堤等の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか 既設砂防堰堤等の堤体下流面に腹付けする取水設備の設置によって堤体の安定性に影響がないことを計算書等により確認したか 既設砂防堰堤等の堤体と取水設備の接合方法が適切かどうかを確認したか 取水設備の設置に伴い、本副間距離や、水叩きが河床の洗掘等に影響がないことを図面等により確認したか 下流の河床の洗掘等の影響が懸念される場合、水叩きの延伸や護床工の設置など、洗掘等の対策が検討されていることを図面等により確認したか 既設砂防堰堤の水抜き孔の機能を確保していることを図面等により確認したか 【サイフォン方式の場合】 サイフォン管の設置・固定方法を確認したか サイフォン管設置後も既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか 堤体の非越流部へのサイフォン管の設置に伴い、堤体の安定性を確保していることを計算書等により確認したか 【側方取水方式の場合】 本堤下流側に取水設備設置する場合、副堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか 側壁護岸への取水口の設置に伴い、側壁護岸の安定性を確保していることを計算書等により確認したか 導水路が堰堤の袖部を迂回する場合、袖部周辺の地山の掘削範囲等を図面等により確認したか 袖部周辺の地山の掘削等が必要となる場合は、適切な埋戻し・転圧を行うことを図面等により確認したか 余水路等からの放流水による河床洗掘など、下流の施設への影響がないことを図面等により確認したか 河床が洗掘されるおそれがある場合、護床工等による対策が検討されていることを図面等により確認したか 既設護岸の背面への発電設備の設置に伴い、既設護岸の安定性を確保していることを計算書等により確認したか	<input type="checkbox"/> 既設砂防設備への影響について確認 <input type="checkbox"/> 既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 開口部を設けることによって自重が減少するが、安定計算において所要の安定性を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 開口部が堤体の継ぎ目や構造体の端部から所要の離隔を考慮した位置に設置されていることを確認 <input type="checkbox"/> 補強鉄筋の有無を確認し、補強鉄筋が入っている場合は、その機能を確保する措置を講じていることを確認 <input type="checkbox"/> 保護コンクリート等で対策が検討されていることを確認 <input type="checkbox"/> 既設砂防堰堤等の水通し断面を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 取水設備設置後において堤体の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> チッピングや差し筋等により既設堰堤等と取水設備を一体化することを確認 <input type="checkbox"/> 取水設備設置後においても水叩き長等が十分であることを確認 <input type="checkbox"/> 対策工(水叩きや護床工等)の範囲が十分であることを確認 <input type="checkbox"/> 取水設備設置前の水抜き孔の機能を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 支台やアンカーを用いるなど、サイフォン管の適切な設置・固定方法となっていることを図面等により確認 <input type="checkbox"/> 既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 取水設備設置後において非越流部の堤体の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 副堤の水通し断面や水叩きの機能を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 取水設備設置後においても、側壁護岸の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを確認 <input type="checkbox"/> 袖部周辺の地山の掘削範囲等を確認 <input type="checkbox"/> 構造体周辺部が適切に埋戻し・転圧を行う計画となっていることを確認 <input type="checkbox"/> 放流水による下流の施設への影響がないことを確認 <input type="checkbox"/> 護床工の材料・設置範囲等が十分であることを確認 <input type="checkbox"/> 発電設備の設置後も既設護岸の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを確認	
2. 意見照会(国の施設の場合)	<input type="checkbox"/> 既設砂防設備の管理者が国の場合、国に対する意見照会の状況について確認したか <input type="checkbox"/> 国に対する意見照会の状況について確認	
3. 発電設備設置工事における安全対策	<input type="checkbox"/> 発電設備設置工事における警戒基準、仮設備の出水時対応、避難方法等、工事中の安全対策について施工計画書等により確認したか <input type="checkbox"/> 警戒基準、避難方法等について確認 <input type="checkbox"/> 工事期間の設定や工事方法等について、河川管理者との協議状況を確認したか <input type="checkbox"/> 河川管理者との協議状況を確認	
4. 工事状況の把握	<input type="checkbox"/> 工事の状況について、着工時や完工時等の届出等で報告を行うことについて確認したか <input type="checkbox"/> 諸手続き(届出等)の実施を許可条件として付すことを確認 <input type="checkbox"/> 地中に埋設する設備等については、施工時の状況を含め、完工時の届出等で報告を行うことを確認したか <input type="checkbox"/> 諸手続き(届出等)の実施を許可条件として付すことを確認	

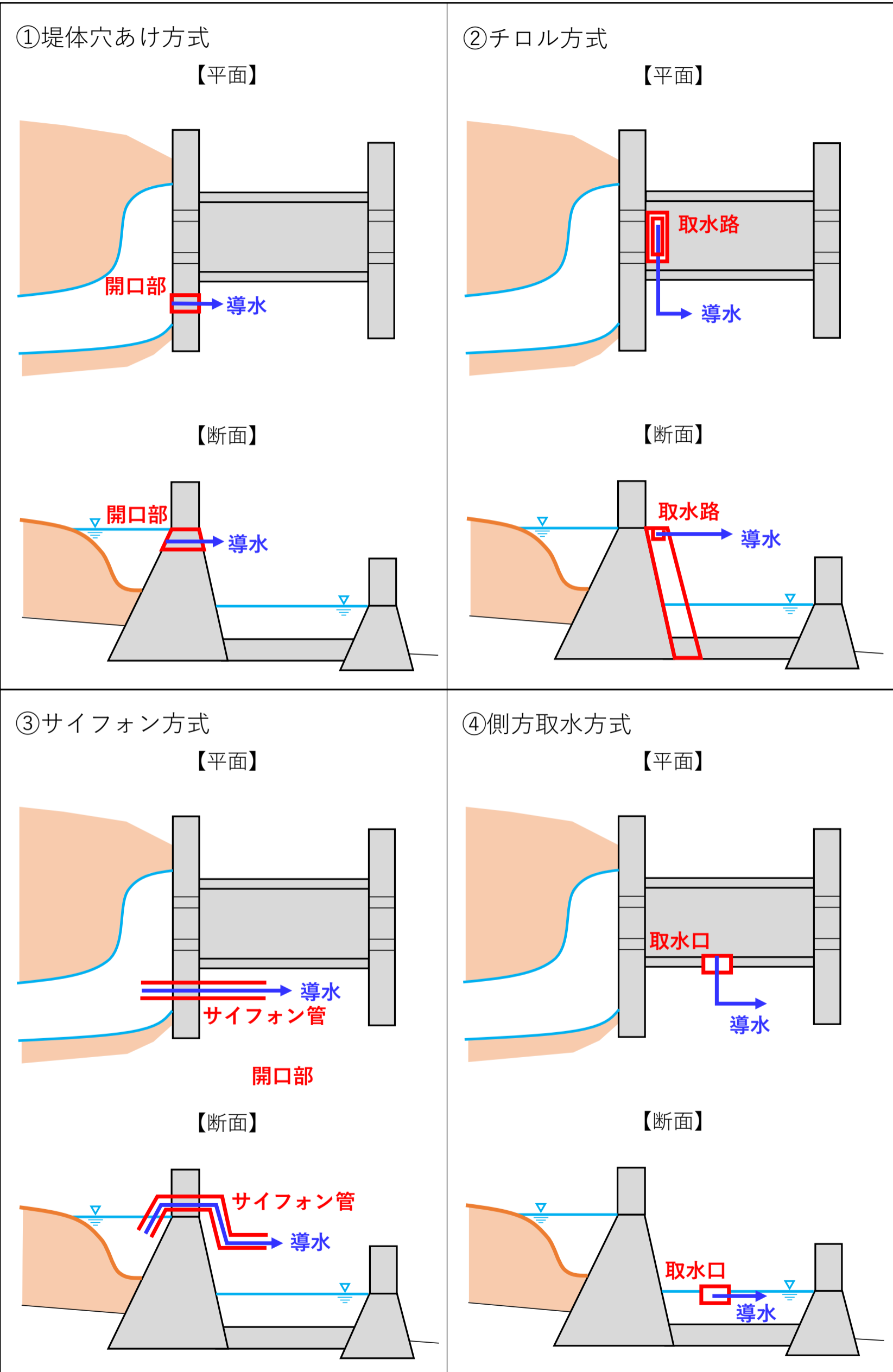
【注記】

- 別途都道府県において審査基準が定められている場合は、その審査基準に準じるものとする。
- いずれの取水方式においても、導水管が堤体を貫通する部分の技術的審査については、【堤体穴あけ方式】の内容を参照すること
- その他、審査の参考となる図書

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・河川砂防技術基準 設計編 ・河川砂防技術基準 維持管理編(砂防編) ・土石流・流木対策設計技術指針 ・工作物設置許可基準 ・許可工作物技術審査の手引き ・ダム・堰施設技術基準(案) ・砂防関係施設点検要領(案) ・砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案) ・既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案) ・既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き ・砂防指定地及び地すべり防止区域内における開発審査基準(案) ・小水力発電設置のための手引き | <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・小水力発電を河川区域に設置する場合のガイドブック(案) 添付資料「Ⅰ チェックリスト」 添付資料「Ⅱ 堰設置式発電施設設計例」 添付資料「Ⅲ 水路設置式発電施設設計例」 添付資料「Ⅳ チロル式発電施設設計例」 ・水力発電水利審査マニュアル(案) ・水門鉄管技術基準(水圧鉄管・鉄鋼構造物編、溶接・接合編)－付解説－ ・ハイドロバレー計画ガイドブック ・中小水力発電ガイドブック ・中小水力発電計画導入の手引き ・水力計画地点流量算定マニュアル | <ul style="list-style-type: none"> ・発電用水力設備の技術基準と官庁手続き ・盛土等防災マニュアルの解説 ・石積砂防堰堤の補強・改築における腹付工の事例と考え方 ・大源太川第1号砂防堰堤の改築 ・国土数値情報(砂防指定地データ) |
|---|---|--|

■運用・維持管理段階

(想定される審査の場面) ・砂防設備と発電設備の資産区分、既設砂防設備の維持管理行為への影響に関する事前協議・審査 ・事故・災害発生時及び復旧時の対応に関する事前協議・審査 ・砂防指定地内行為及び砂防設備占用の許可申請に関する事前協議・審査 等		審査内容の例 (参考)	審査担当者記載欄 (確認内容等)
1. 資産区分	<p>発電設備の取水方式を踏まえ、砂防設備と発電設備の資産区分を確認したか</p> <p>【堤体穴あけ方式の場合】 発電設備：堤体に埋設する管、開口部の保護コンクリート、導水路等 砂防設備：上記以外</p> <p>【チロル方式の場合】 発電設備：腹付けコンクリート、アンカー、導水路等 砂防設備：上記以外</p> <p>【サイフォン方式の場合】 発電設備：サイフォン管、支台、アンカー、巻立てコンクリート、導水路等 砂防設備：上記以外</p> <p>【側方取水方式の場合】 発電設備：取水口コンクリート、側壁護岸復旧部、導水路等 砂防設備：上記以外</p>	<p><input type="checkbox"/> 資産区分図等により、砂防設備と発電設備の境界が明確に分けられていることを確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電設備と砂防設備の資産区分を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電設備と砂防設備の資産区分を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電設備と砂防設備の資産区分を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電設備と砂防設備の資産区分を確認</p>	
2. 既設砂防設備の維持管理	<p>発電設備の設置箇所を踏まえ、既設砂防設備の維持管理行為に支障がないことを確認したか 維持管理行為に伴うアクセス手段や作業スペース等が確保されていることを確認したか</p> <p>【堤体穴あけ方式の場合】 発電設備：堤体に埋設する管、開口部の保護コンクリート、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体非越流部等の点検等</p> <p>【チロル方式の場合】 発電設備：腹付けコンクリート、アンカー、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体及び水叩き等の点検等</p> <p>【サイフォン方式の場合】 発電設備：サイフォン管、支台、アンカー、巻立てコンクリート、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体非越流部及び袖部等の点検等</p> <p>【側方取水方式の場合】 発電設備：取水口コンクリート、側壁護岸復旧部、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設側壁護岸及び水叩き等の点検等</p>	<p><input type="checkbox"/> 発電設備設置後の砂防設備の維持管理行為（点検、修繕・改築等）に支障がないことを確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電事業者と砂防設備管理者の維持管理範囲を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電事業者と砂防設備管理者の維持管理範囲を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電事業者と砂防設備管理者の維持管理範囲を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 発電事業者と砂防設備管理者の維持管理範囲を確認</p>	
3. 発電のための堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去	<p>発電事業の実施に必要な堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の範囲、実施方法、頻度等を確認したか</p> <p>発電事業の実施に必要な堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の行為により、既設砂防設備の維持管理行為に支障を来さないことを確認したか</p> <p>発電事業の実施に伴う堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の際の諸手続き（届出等）を行うことについて確認したか</p>	<p><input type="checkbox"/> 堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の範囲、実施方法、頻度等を確認</p> <p><input type="checkbox"/> 既設砂防設備の維持管理行為に支障を来さないことを確認</p> <p><input type="checkbox"/> 届出等を行うことについて許可条件を付すことを確認</p>	
4. 事故・災害発生時及び復旧時の対応	<p>事故・災害発生時等の連絡体制について確認したか</p> <p>復旧工事を行う際の対応について確認したか</p>	<p><input type="checkbox"/> 事故・災害発生時等の連絡体制について確認</p> <p><input type="checkbox"/> 復旧工事を行う際の役割分担等について協定書に定めることを確認</p>	
5. 管理瑕疵	洪水や地震等による自然災害、有事の際の管理瑕疵に関する責任分界点を定めていることを確認したか	<input type="checkbox"/> 管理瑕疵に関する責任分界点について協定書等に定めることを確認	
6. 発電事業廃止時の対応	発電事業が廃止となった際の発電設備撤去工事や既設砂防設備の原形復旧等について、その方法や費用負担等を定めていることを確認したか	<input type="checkbox"/> 原形復旧時等の対応について協定書等に定めることを確認	
<p>【注記】</p> <p>○別途都道府県において審査基準が定められている場合は、その審査基準に準じるものとする。</p> <p>○いずれの取水方式においても、導水管が堤体を貫通する部分の技術的審査については、【堤体穴あけ方式】の内容を参照すること</p> <p>○その他、審査の参考となる図書</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・河川砂防技術基準 設計編 ・河川砂防技術基準 維持管理編(砂防編) ・土石流・流木対策設計技術指針 ・工作物設置許可基準 ・許可工作物技術審査の手引き ・ダム・堰施設技術基準(案) ・砂防関係施設点検要領(案) ・砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案) ・既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案) ・既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き ・砂防指定地及び地すべり防止区域内における開発審査基準(案) ・小水力発電設置のための手引き ・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 ・小水力発電を河川区域に設置する場合のガイドブック(案) 添付資料「I チェックリスト」 添付資料「II 堰設置式発電施設設計例」 添付資料「III 水路設置式発電施設設計例」 添付資料「IV チロル式発電施設設計例」 ・水力発電水利審査マニュアル(案) ・水門鉄管技術基準(水圧鉄管・鉄鋼構造物編、溶接・接合編)一付解説一 ・ハイドロパレー計画ガイドブック ・中小水力発電ガイドブック ・中小水力発電計画導入の手引き ・水力計画地点流量算定マニュアル ・発電用水利設備の技術基準と官庁手続き ・盛土等防災マニュアルの解説 ・石積砂防堰堤の補強・改築における腹付工の事例と考え方 ・大源太川第1号砂防堰堤の改築 ・国土数値情報(砂防指定地データ) </div>			



※イメージ図

技術的審査に関するチェックリスト解説版

本書は、既設砂防設備を活用した小水力発電の技術的審査に関するチェックリストの解説資料である。

目 次

1	計画・調査段階に関する技術的留意事項	1
1.1	砂防指定地内行為・砂防設備占用	1
1.2	既設砂防設備の計画・構造諸元	2
1.3	既設砂防設備の健全度	3
1.4	既設砂防設備の追加調査	5
1.5	既設利水施設及び魚道等	6
1.6	既設砂防設備の改築計画等	7
1.7	利害関係者	7
1.8	その他	7
2	設計・工事段階に関する技術的留意事項	8
2.1	既設砂防設備の機能	8
2.2	意見照会	15
2.3	発電工事における安全対策	15
2.4	工事状況の把握	15
3	運用・維持管理段階に関する技術的留意事項	17
3.1	資産区分	17
3.2	既設砂防設備の維持管理	18
3.3	発電のための堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去	19
3.4	事故・災害発生時及び復旧時の対応	21
3.5	管理瑕疵	26
3.6	発電事業廃止時の対応	26
4	審査の参考となる技術図書等	27

技術的審査に関するチェックリスト解説版

1 計画・調査段階に関する技術的留意事項

計画・調査段階に関する技術的留意事項は、既設砂防設備を活用した小水力発電設備の検討にあたり、発電設備の設置計画や設計を行うための調査について事前協議及び審査が行われることを想定し、その事前協議等における技術的留意事項について整理した。なお、想定される審査の場面は以下のとおりである。

(想定される審査の場面)

- ・既設砂防設備を活用した発電設備の設置計画検討に関する事前協議・審査
- ・既設砂防設備の計画への影響・追加調査の可否に関する事前協議・審査
- ・砂防指定地内行為及び砂防設備占用の許可申請に関する事前協議・審査 等

1.1 砂防指定地内行為・砂防設備占用

審査の対象範囲は、砂防指定地内の行為の範囲と砂防設備を占用する範囲になる。審査の対象範囲を把握するため、砂防指定地の範囲、発電設備設置のための行為の範囲、及び砂防設備の占用範囲を確認する。なお、発電設備の他、工事中道路、仮設備の設置箇所、掘削・盛土等の範囲についても確認する。

(チェックリストの項目)

計画・調査段階

1. 砂防指定地内行為・砂防設備占用	砂防指定地の範囲を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	発電設備設置の範囲を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	発電設備設置のための行為の範囲を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>

1.2 既設砂防設備の計画・構造諸元

既設砂防設備に発電設備を設置する行為が既設砂防設備の施設効果量に影響を与える行為でないことを確認する。例えば、砂防堰堤の水通し天端を切り下げる行為は、施設効果量等の計画諸元に影響を及ぼすため認められない。

既設砂防堰堤の設置位置（土石流区間か掃流区間か）により設計外力及び構造等の考え方が異なるため、計画上の位置付けを確認する。

また、発電設備を設置する既設砂防設備の堤体材料によっては、発電設備の設置が既設砂防設備の安定性等に大きな影響を及ぼすことが考えられるため、既設砂防堰堤の堤体材料を確認する。堤体材料が石積や粗石コンクリートである場合等、改変行為による影響が懸念される場合には、改変行為の方法や安定性の確保等を確認し、設置の是非について慎重に検討する必要がある。

なお、発電設備を設置する既設砂防堰堤の形式がアーチ式である場合等、特有の構造を有する設備の場合は、その構造に応じた安定性の確認を行い、設置の是非について慎重に検討する必要がある。

（チェックリストの項目）

計画・調査段階

2. 既設砂防設備の計画・構造諸元	施設効果量に影響しない行為であることを図面等により確認したか(例: 既設砂防堰堤の水通し天端を切り下げる計画となっていないか等)	<input type="checkbox"/>
	発電設備を設置する既設砂防堰堤の計画上の位置付け(設置位置が土石流区間か掃流区間か等)を台帳等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	発電設備を設置する既設砂防堰堤の堤体材料を台帳等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	発電設備を設置する既設砂防堰堤の形式を台帳等により確認したか	<input type="checkbox"/>

1.3 既設砂防設備の健全度

既設砂防設備の健全度によっては、発電設備の設置が既設砂防設備の機能に影響を与える可能性がある。そのため、該当する砂防設備の健全度を踏まえ、対応について確認する。なお、既設砂防設備の健全度に懸念がある場合においては、その健全度の改善のために対策が検討されていることを確認する。また、既設砂防設備の健全度等の調査結果がある場合は、その健全度を踏まえた確認を行う。取水方式毎の確認内容は以下のとおりである。

【堤体穴あけ方式の場合】

- ・堤体の非越流部に開口部を設ける方式であるため、堤体の健全度を確認する。

【チロル方式の場合】

- ・堤体の越流部下流面にコンクリート水路を腹付けする方式であるため、堤体及び水叩き等の健全度を確認する。

【サイフォン方式の場合】

- ・堤体の非越流部にサイフォン管を設ける方式であるため、堤体の健全度を確認する。

【側方取水方式の場合】

- ・堤体の上流または側壁護岸に取水口を設ける方式であるため、側壁護岸に取水口を設ける場合は側壁護岸及び水叩き等の健全度を確認する。

(チェックリストの項目)

計画・調査段階

3. 既設砂防設備の健全度	既設砂防設備が、発電設備設置に必要な健全度を有していることを確認したか	<input type="checkbox"/>
	【堤体穴あけ方式の場合】 発電設備を設置する堤体の非越流部の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/>
	【チロル方式の場合】 発電設備を設置する堤体及び水叩き等の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/>
	【サイフォン方式の場合】 発電設備を設置する堤体の非越流部及び袖部等の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/>
	【側方取水方式の場合】 発電設備を設置する側壁護岸及び水叩き等の健全度を確認したか	<input type="checkbox"/>
	健全度に懸念がある場合、改善のための対策が検討されている(または検討される見込み)であることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>

砂防関係施設点検要領（案）では、健全度評価や健全度について以下のように示されている（表-1）。

表-1 施設の健全度評価及び健全度

用語	用語の説明
施設の健全度評価	定期点検及び必要に応じて実施する詳細点検等の結果に基づき、個々の砂防関係施設の構造や材料の特性を踏まえた上で、機能の低下、性能の劣化状況および施設周辺の状況を把握し、その程度に応じて、砂防関係施設の健全性を評価することをいう。健全度評価基準に基づき、健全度の区分は次の3種類とする。
健全度 (対策不要：A)	当該施設に損傷等は発生していないか、軽微な損傷が発生しているものの、損傷等に伴う当該施設の機能及び性能の低下が認められず、対策の必要がない状態。
健全度 (経過観察：B)	当該施設に損傷等が発生しているが、問題となる機能及び性能の低下が生じていない。現状では早急に対策を講じる必要はないが、将来対策を必要とするおそれがあるので、定期点検や臨時点検等により、経過を観察する、または、予防保全の観点より対策が必要である状態（写真-1）。
健全度 (要対策：C)	当該施設に損傷等が発生しており損傷等に伴い当該施設の機能低下が生じている、あるいは当該施設の性能上の安定性或強度の低下が懸念される状態。

出典：「砂防関係施設点検要領（案）」（令和7年4月）に一部加筆



写真-1 水通し天端の摩耗（健全度 B）の例

また、砂防関係施設点検要領（案）では、砂防設備に求められる機能について以下のよう
に示されている（表-2）。

表-2 砂防設備に求められる機能

施設区分	求められる機能	備考
砂防堰堤（床固工、 前庭保護工含む）	土砂生産抑制機能、 土砂流送制御機能、 土石流・流木発生抑制機能、 土石流・流木捕捉機能、 土石流堆積機能、 土石流流向制御機能 等	砂防設備の安定性、強度等

出典：「砂防関係施設点検要領（案）」（令和7年4月）に一部加筆

なお、砂防設備の対策工法例については、砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライ
ン（案）に以下のように示されている（表-3）。

表-3 既設砂防設備の対策工法例

施設	工種	部位	変状の 種類	対策工法	留意点
砂防 設備	砂防 堰堤 等	堤体本体、 水通し部、 袖部、 水叩き部 等	摩耗	1リフト程度の摩耗深に到達 する前などを目安に、コンク リートの打ち替え等を実施す る。石張りの場合は、張石の 交換や再設置を実施する。	平常時における維持管 理において、異常堆砂 の除石、滯筋の分散等 を図ることが有効。
			ひび 割れ	打設リフトを跨いでひび割れ が拡大するなどの前を目安 に、ひび割れ補修を実施する。	堆砂土圧等による外力 も考慮することが望ま しい。
			洗掘	堤体の基礎において洗掘が確 認された時点等を目安に、間 詰めコンクリート工、根継ぎ 工を実施する。	—

出典：「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案）」（令和4年3月）に一部加筆

1.4 既設砂防設備の追加調査

発電設備の設置を計画している既設砂防設備の形状または堤体材料の調査において、堤
体の構造や材料等の諸元が不明な場合は、その調査の要否について確認を行う。調査を行
う場合、調査方法が既設砂防設備の機能に影響を及ぼさない方法により行われることを確
認する。また、調査のために改変した箇所は、その復旧範囲を図面等で確認する。

（チェックリストの項目）

計画・調査段階

4. 既設砂防設備の追加調査 （必要な場合）	追加調査の要否を確認したか	<input type="checkbox"/>
	調査の範囲や方法を計画書や図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	追加調査実施前の状態への復旧の範囲と方法を計画書や図面等により確認し たか	<input type="checkbox"/>

1.5 既設利水施設及び魚道等

既設砂防設備に利水施設や魚道等がある場合、発電設備の設置後においても利水施設や魚道が所要の流量を確保できることを図面等で確認する。なお、所要の流量を確保することについては、河川管理者と協議を行っていること、または行う見込みであることを確認する。取水方式毎の確認内容は以下のとおりである。

既設の堰に小水力発電施設を設置することにより、既設の取水口や堰上流の湛水域に水位変化を及ぼす可能性があるため十分留意する必要がある。

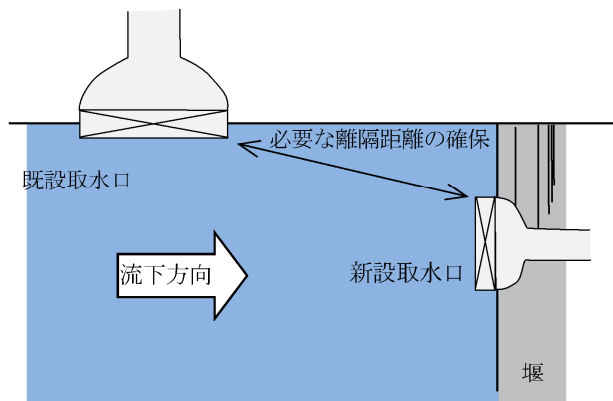


図- 既設取水口からの必要な離隔のイメージ

出典：「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）」（平成 25 年 3 月）

図-1 既設取水口への影響の例

【堤体穴あけ方式の場合】

- ・堤体上流側で取水を行うため、既設利水施設や魚道呑口との位置関係によって既設利水施設や魚道が所要の流量を確保できなくなる可能性があることから、既設利水施設や魚道が所要の流量を確保できることを図面等で確認する。

【チロル方式の場合】

- ・堤体越流部の下流側で取水を行うため、上流側にある既設利水施設や魚道は流量を先取りすることが可能となり、既設利水施設や魚道呑口への影響はないと考える。

【サイフォン方式の場合】

- ・堤体上流側で取水を行うため、既設利水施設や魚道呑口との位置関係によって既設利水施設や魚道が所要の流量を確保できなくなる可能性があることから、既設利水施設や魚道が所要の流量を確保できることを図面等で確認する。

【側方取水方式の場合】

- ・堤体上流側に取水口を設ける場合は、既設利水施設や魚道呑口との位置関係によって既設利水施設や魚道が所要の流量を確保できなくなる可能性があることから、既設利水施設や魚道が所要の流量を確保できることを図面等で確認する。
- ・側壁護岸に取水口を設ける場合は、堤体上流部での既設利水施設や魚道が流量を先取りすることが可能となるため、既設利水施設や魚道への影響はないと考える。

(チェックリストの項目)

計画・調査段階

5. 既設利水施設及び魚道等	既設の利水施設や魚道等の有無を確認したか	<input type="checkbox"/>
	既設の利水施設や魚道等がある場合、それらへの影響の有無を確認したか	<input type="checkbox"/>

1.6 既設砂防設備の改築計画等

既設砂防設備に改築計画等がある場合、発電設備が干渉する可能性がある。そのため、発電設備の設置について検討する際には、既設砂防設備の改築計画等の有無、範囲及び時期について確認する。改築計画等がある場合は、発電設備の設置工事が既設砂防設備の改築工事等に影響しないことを確認する。発電設備の設置工事が既設砂防設備の改築工事等に影響する場合は、改築工事等への対応について発電事業者を確認を行う。

(チェックリストの項目)

計画・調査段階

6. 既設砂防設備の改築計画等	既設砂防設備の将来の改築計画等の有無、範囲、時期を確認したか	<input type="checkbox"/>
	改築計画等に影響する場合、改築工事等の概要について発電事業者へ情報共有したか	<input type="checkbox"/>
	改築計画等がある場合、発電設備の設置が改築計画等に影響しないことを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>

1.7 利害関係者

取水方式によらず、導水路の延長によっては、河川の減水区間の発生や、道路への埋設等により利害関係者との協議が必要となる。そのため、発電事業者が河川管理者や漁業協同組合、道路管理者、農業関係者、地域住民など利害関係者の把握や協議を予定している、あるいは協議を行っていることを確認する。

(チェックリストの項目)

計画・調査段階

7. 利害関係者	利害関係者の有無を確認したか	<input type="checkbox"/>
	利害内容について確認したか	<input type="checkbox"/>
	利害関係者がいる場合、利害関係者との協議の予定・結果を確認したか	<input type="checkbox"/>

1.8 その他

発電設備の設置に伴い、関連する法令（河川法、森林法、盛土規制法等）が他にもある場合は、審査の範囲や内容等について当該法令の担当部局と十分に調整を図る。

また、既設砂防設備を活用した小水力発電にあたり、発電事業者が本ガイドライン（案）等の内容を認識した上で協議を進めることが望ましい。そのため、発電事業者が既設砂防設備を活用した小水力発電に関するガイドライン（案）等を認識しているか確認を行う。

(チェックリストの項目)

計画・調査段階

8. その他	関連する他法令（河川法、森林法、盛土規制法等）の有無を確認したか	<input type="checkbox"/>
	既設砂防堰堤を活用した小水力発電に関するガイドライン（案）等を発電事業者が認識しているか	<input type="checkbox"/>

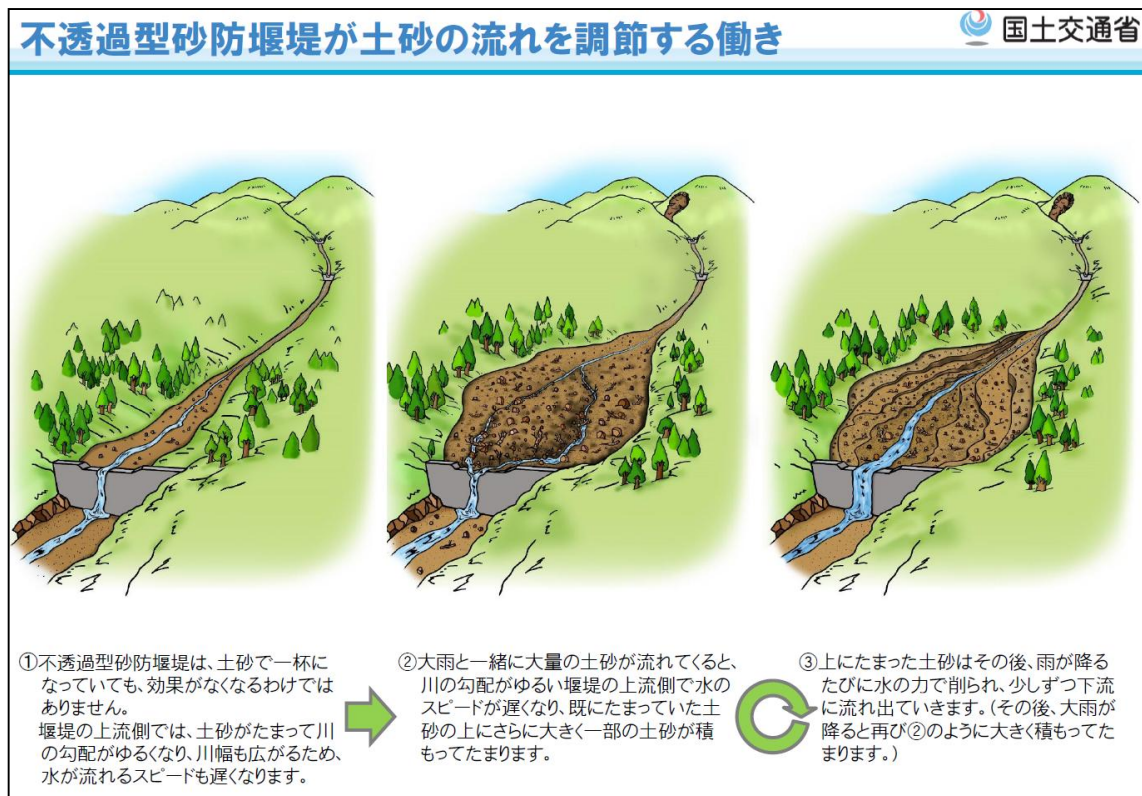
2 設計・工事段階に関する技術的留意事項

設計・工事段階に関する技術的留意事項は、既設砂防設備を活用した小水力発電の検討にあたり、発電設備を設置した場合の砂防設備の安定性、設計条件、構造及び施工方法等について事前協議及び審査が行われることを想定し、その事前協議等における技術的留意事項について整理した。なお、想定される審査の場面は以下のとおりである。

- ・ 発電設備設置に伴う既設砂防設備への影響に関する事前協議・審査
- ・ 発電設備設置工事における安全対策等に関する事前協議・審査
- ・ 砂防指定地内行為及び砂防設備占用の許可申請に対する事前協議・審査 等

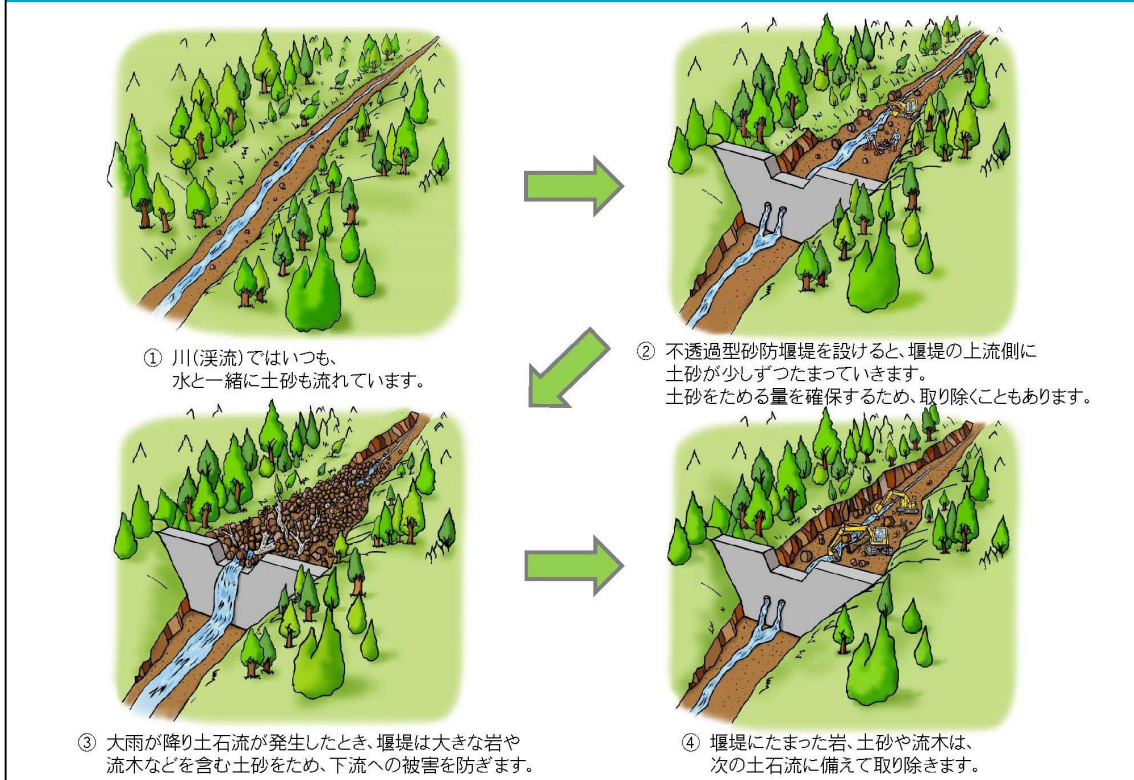
2.1 既設砂防設備の機能

発電設備の設置後においても既設砂防設備の機能を確保する必要がある。発電設備の取水方式によって既設砂防設備に与える影響が異なることから、取水方式及びその構造に応じて、既設砂防設備の機能が確保されていることを確認する。



出典：「国土交通省 HP」

図ー2 砂防堰堤の機能（土砂の流れを調節する働き）



出典：「国土交通省 HP」

図-3 砂防堰堤の機能（土石流をとらえる働き）

取水方式毎の確認内容は以下のとおりである。

【堤体穴あけ方式の場合】

●通水機能等の確保

- ・取水設備は原則として非越流部に設置するものとし、取水設備設置後も、既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認する。

●安定性等の確保

- ・堤体の非越流部に開口部を設けることによって堤体の自重が減少するため、堤体の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを計算書等により確認する。
- ・非越流部に設ける開口部は、堤体の継ぎ目や構造物端部からの所要の離隔が考慮された位置に設置され、構造の弱部とならないよう検討されていることを確認する。
- ・非越流部に設ける開口部等が構造の弱部となることが懸念される場合は、保護コンクリート等による対策が検討されていることを図面等により確認する。
- ・土石流対策の場合で袖部と本体の境界部に補強鉄筋が入っている場合は、開口部設置後も補強鉄筋の機能を確保する方法(代替措置等)が検討されていることを確認する。



写真-2 堤体穴あけ方式による取水設備設置例



写真-3 堤体穴あけ方式による開口部の例

【チロル方式の場合】

●通水機能等の確保

- ・取水設備設置後も、既設砂防設備の水通し断面を確保していることを図面等により確認する。
- ・取水設備設置後においても、既設砂防堰堤の堤体に設けられている水抜き孔の機能を確保していることを図面等により確認する。

●安定性等の確保

- ・堤体越流部下流面に腹付けする取水設備（コンクリート水路等）の設置により、堤体の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを計算書等により確認する。
- ・腹付けする取水設備と堤体の接合方法（チップングや差し筋等による方法等）が適切であることを確認する。
- ・腹付けする取水設備によって、本副間距離や水通しからの越流による水叩き長等に影響しないことを図面等により確認する。取水設備の設置に伴い、水叩きや護床等の範囲が不足する場合は、水叩きの延伸、または同等の機能を有する護床工の設置等の対策が検討されていることを図面等により確認する。



写真-4 チロル方式による取水設備設置例

【サイフォン方式の場合】

●通水機能等の確保

- ・サイフォン管設置後も、既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認する。

●安定性等の確保

- ・堤体の非越流部にサイフォン管を設置することにより、堤体の滑動、転倒、支持力について所要の安定性を確保していることを計算書等により確認する。
- ・支台やアンカーを用いるなど、サイフォン管の適切な設置・固定方法となっていることを図面等により確認する。



写真-5 サイフォン方式による取水設備設置例

【側方取水方式の場合】

●通水機能等の確保

- ・本堤下流側に取水設備を設置する場合は、副堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認する。また、水叩き周辺に取水設備を設置することに伴い、水叩きの機能を阻害していないことを確認する。

●安定性等の確保

- ・側壁護岸に取水口を設置することに伴い、側壁護岸の転倒、滑動、支持力について所要の安定性を確保していることを確認する。
- ・本堤上流側に取水設備を設置し、導水路が砂防堰堤の袖部を迂回するような場合は、袖部周辺における地山の掘削範囲等を図面等により確認する。
- ・袖部周辺の地山の掘削等が必要となる場合は、袖部周辺における適切な埋め戻しや転圧等の対策が計画されていることを図面等により確認する。



写真-6 側方取水方式による取水設備設置例

【共通事項】

- ・余水路等からの放流水による河床洗掘に伴い、下流の施設への影響がないことを図面等により確認する。
- ・砂防指定地内に余水路等の放流部に縦水路等を設ける場合は、その構造等について確認する。
- ・河床が洗掘されるおそれがある場合は、護床工の材料や設置範囲など護床工等による対策が検討されていることを図面等により確認する。
- ・既設護岸の背面に発電設備を設置する場合は、既設護岸の滑動、転倒、支持力について所要の安定性を確保していることを計算書等により確認する。

(チェックリストの項目)

設計・工事段階

1. 既設砂防設備の機能	発電設備設置に伴い、既設砂防設備への影響について確認したか ※複数の方式に当てはまる場合はそれぞれの項目を確認	<input type="checkbox"/>
	【堤体穴あけ方式の場合】	
	取水設備は原則として非越流部に設置するものとし、取水設備設置後も既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	堤体の非越流部への開口部設置後に、堤体の安定性が確保されていることを計算書等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	非越流部に設ける開口部が、堤体の継ぎ目や構造体の端部から所要の離隔を考慮した位置に設置されていることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	土石流対策の場合で袖部と本体の境界部に補強鉄筋が入っている場合は、開口部設置後も補強鉄筋の機能を確保する方法(代替措置等)が検討されていることを確認したか	<input type="checkbox"/>
	非越流部に設ける開口部等が構造の弱部となることが懸念される場合は、保護コンクリート等で対策が検討されていることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	【チロル方式の場合】	
	取水設備設置後も既設砂防堰堤等の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	既設砂防堰堤等の堤体下流面に腹付けする取水設備の設置によって堤体の安定性に影響がないことを計算書等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	既設砂防堰堤等の堤体と取水設備の接合方法が適切かどうかを確認したか	<input type="checkbox"/>
	取水設備の設置に伴い、本副間距離や、水叩きが河床の洗掘等に影響がないことを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	下流の河床の洗掘等の影響が懸念される場合、水叩きの延伸や護床工の設置など、洗掘等の対策が検討されていることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	既設砂防堰堤の水抜き孔の機能を確保していることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	【サイフォン方式の場合】	
	サイフォン管の設置・固定方法を確認したか	<input type="checkbox"/>
	サイフォン管設置後も既設砂防堰堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	堤体の非越流部へのサイフォン管の設置に伴い、堤体の安定性を確保していることを計算書等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	【側方取水方式の場合】	
	本堤下流側に取水設備設置する場合、副堤の水通し断面を確保していることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	側壁護岸への取水口の設置に伴い、側壁護岸の安定性を確保していることを計算書等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	導水路が堰堤の袖部を迂回する場合、袖部周辺の地山の掘削範囲等を図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	袖部周辺の地山の掘削等が必要となる場合は、適切な埋戻し・転圧を行うことを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>
余水路等からの放流水による河床洗掘など、下流の施設への影響がないことを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>	
河床が洗掘されるおそれがある場合、護床工等による対策が検討されていることを図面等により確認したか	<input type="checkbox"/>	
既設護岸の背面への発電設備の設置に伴い、既設護岸の安定性を確保していることを計算書等により確認したか	<input type="checkbox"/>	

2.2 意見照会

砂防指定地内行為や砂防設備占用の許可は都道府県の権限で行うものであるが、砂防法第6条指定による設備等、当該砂防設備の管理者が国（直轄事務所等）である場合は、砂防指定地管理者（都道府県）が砂防設備管理者（国）に意見照会を行うことになる。そのため、発電設備を設置する砂防設備の管理者が国である場合は、国と発電事業者の協議状況について確認を行い、必要に応じて都道府県が国と事前協議を行うなど対応について検討する。

（チェックリストの項目）

設計・工事段階

2. 意見照会(国の施設の場合)	既設砂防設備の管理者が国の場合、国に対する意見照会の状況について確認したか	<input type="checkbox"/>
------------------	---------------------------------------	--------------------------

2.3 発電工事における安全対策

砂防指定地内行為及び砂防設備占用に関する工事については、砂防設備等に影響がないよう安全に工事を実施する必要があるため、発電設備設置工事における警戒基準、仮設備の出水時対応、作業員の避難方法等、工事中の安全対策について施工計画書等により確認する。なお、河川内の工事については河川管理者の管理となることから、工事期間の設定や工事方法等について、発電事業者と河川管理者との協議状況を確認する。

（チェックリストの項目）

設計・工事段階

3. 発電設備設置工事における安全対策	発電設備設置工事における警戒基準、仮設備の出水時対応、避難方法等、工事中の安全対策について施工計画書等により確認したか	<input type="checkbox"/>
	工事期間の設定や工事方法等について、河川管理者との協議状況を確認したか	<input type="checkbox"/>

2.4 工事状況の把握

砂防指定地管理者である都道府県は、砂防指定地内における工事の状況について把握する必要がある。都道府県は、発電設備設置工事の諸手続き（届出等）の実施を許可条件として付すなど、着工時及び完工時等の報告を発電事業者に求め、工事の状況について確認する。なお、地中に埋設される設備等については、着工時や完工時では確認ができないため、完工時の届出等において施工時の状況についても報告を求め確認する。

（チェックリストの項目）

設計・工事段階

4. 工事状況の把握	工事の状況について、着工時や完工時等の届出等で報告を行うことについて確認したか	<input type="checkbox"/>
	地中に埋設する設備等については、施工時の状況を含め、完工時の届出等で報告を行うことを確認したか	<input type="checkbox"/>

工事実施の流れ

- ①準備工事
 - 仮設道路の設置
 - 仮締切や止水用鋼矢板の設置
 - 施工ヤードの排水や堆積土砂の除去
- ②取水口・水槽工事
 - 取水口と水槽の構築
 - 上流側から堤体の開口工事
- ③鉄管工事
 - 下流側からの鉄管の敷設巻立て
 - 開口断面と鉄管の隙間の止水
- ④放水路工事
 - 放水路設置箇所の仮締切
 - 発電所からの放水路の設置工事
 - 放水路設置後の護岸等の復旧
- ⑤発電所工事
 - 水車や発電機設置の基礎工事
 - 発電機等機器設置後に発電所建屋の建設
- ⑥調整運転および仮設の撤去
 - 各種調整運転の実施による確認
 - 現場作業所等の仮設物の撤去

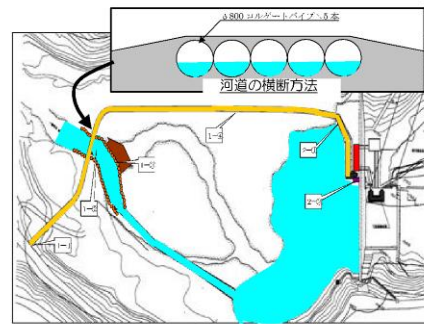


図 付.5 仮設道路の設置イメージ

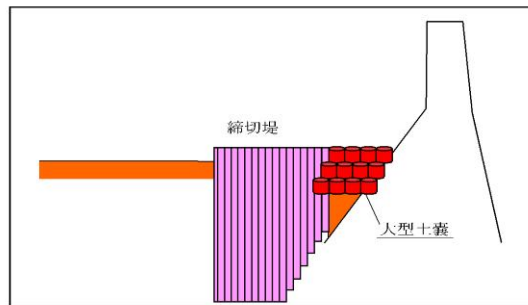


図 付.6 仮締切のための鋼矢板設置イメージ

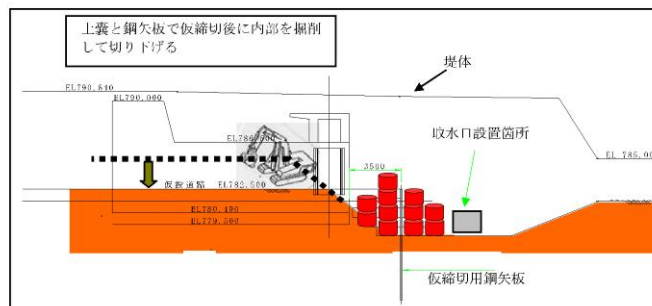


図 付.7 仮締切と締切内の掘削イメージ

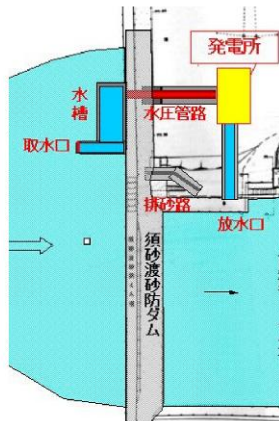


写真 付.1 取水口の掘削イメージ

出典：「砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン（案）」（令和8年〇月）

図-4 既設砂防設備を活用した発電設備工事例

3 運用・維持管理段階に関する技術的留意事項

運用・維持管理段階に関する技術的留意事項は、既設砂防設備を活用した小水力発電設備の検討にあたり、発電設備を設置した場合の砂防設備の維持管理、責任範囲、災害発生時の対応等について事前協議及び審査が行われることを想定し、その事前協議等における技術的留意事項について整理した。なお、想定される審査の場面は以下のとおりである。

- ・砂防設備と発電設備の資産区分、既設砂防設備の維持管理行為への影響に関する事前協議・審査
- ・事故・災害発生時及び復旧時の対応に関する事前協議・審査
- ・砂防指定地内行為及び砂防設備占用の許可申請に関する事前協議・審査 等

3.1 資産区分

発電設備が設置された砂防設備の維持管理を行う上で、砂防設備と発電設備の資産区分を明らかにしておく必要がある。発電設備の取水方式によって設置する設備が異なることから、取水方式に応じて適正な資産区分となっていることを確認する。取水方式毎の確認内容は以下のとおりである。

【堤体穴あけ方式の場合】

発電設備：堤体に埋設する管、開口部の保護コンクリート、導水路等

砂防設備：上記以外

【チロル方式の場合】

発電設備：腹付けコンクリート、アンカー、導水路等

砂防設備：上記以外

【サイフォン方式の場合】

発電設備：サイフォン管、支台、アンカー、巻立てコンクリート、導水路等

砂防設備：上記以外

【側方取水方式の場合】

発電設備：取水口コンクリート、側壁護岸復旧部、導水路等

砂防設備：上記以外

(チェックリストの項目)

運用・維持管理段階

1. 資産区分	発電設備の取水方式を踏まえ、砂防設備と発電設備の資産区分を確認したか	<input type="checkbox"/>
	【堤体穴あけ方式の場合】 発電設備：堤体に埋設する管、開口部の保護コンクリート、導水路等 砂防設備：上記以外	<input type="checkbox"/>
	【チロル方式の場合】 発電設備：腹付けコンクリート、アンカー、導水路等 砂防設備：上記以外	<input type="checkbox"/>
	【サイフォン方式の場合】 発電設備：サイフォン管、支台、アンカー、巻立てコンクリート、導水路等 砂防設備：上記以外	<input type="checkbox"/>
	【側方取水方式の場合】 発電設備：取水口コンクリート、側壁護岸復旧部、導水路等 砂防設備：上記以外	<input type="checkbox"/>

3.2 既設砂防設備の維持管理

既設砂防設備の維持管理を行う上で、発電設備の設置が今後の既設砂防設備の維持管理行為（点検、修繕・改築等）の支障となる可能性があるため、既設砂防設備の維持管理行為に伴うアクセス手段や作業スペース等が確保されていることを確認する。発電設備の取水方式によって設置する位置が異なることから、各取水方式による設備の設置位置を踏まえて、既設砂防設備の維持管理行為に支障がないことを確認する。取水方式毎の確認内容は以下のとおりである。

【堤体穴あけ方式の場合】

発電設備：堤体に埋設する管、開口部の保護コンクリート、導水路等の点検等
 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体非越流部等の点検等

【チロル方式の場合】

発電設備：腹付けコンクリート、アンカー、導水路等の点検等
 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体及び水叩き等の点検等

【サイフォン方式の場合】

発電設備：サイフォン管、支台、アンカー、巻立てコンクリート、導水路等の点検等
 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体非越流部及び袖部等の点検等

【側方取水方式の場合】

発電設備：取水口コンクリート、側壁護岸復旧部、導水路等の点検等
 砂防設備：発電設備が設置される既設側壁護岸及び水叩き等の点検等

（チェックリストの項目）

運用・維持管理段階

2. 既設砂防設備の維持管理	発電設備の設置箇所を踏まえ、既設砂防設備の維持管理行為に支障がないことを確認したか 維持管理行為に伴うアクセス手段や作業スペース等が確保されていることを確認したか	<input type="checkbox"/>
	【堤体穴あけ方式の場合】 発電設備：堤体に埋設する管、開口部の保護コンクリート、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体非越流部等の点検等	<input type="checkbox"/>
	【チロル方式の場合】 発電設備：腹付けコンクリート、アンカー、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体及び水叩き等の点検等	<input type="checkbox"/>
	【サイフォン方式の場合】 発電設備：サイフォン管、支台、アンカー、巻立てコンクリート、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設堤体非越流部及び袖部等の点検等	<input type="checkbox"/>
	【側方取水方式の場合】 発電設備：取水口コンクリート、側壁護岸復旧部、導水路等の点検等 砂防設備：発電設備が設置される既設側壁護岸及び水叩き等の点検等	<input type="checkbox"/>

3.3 発電のための堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去

発電設備設置後は、出水により発電設備の取水口周辺に土砂が堆積することがあるため、発電事業者は発電取水のために堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去等の行為を行うことになる。そのため、堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の範囲、その搬出先、堆砂敷への工事車両の進入等の実施方法及び頻度等を確認し、既設砂防設備の維持管理行為に支障を来たさないことを確認する。また、堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の際の諸手続き（届出等）の実施を許可条件として付すなど、着工時及び完工時等の報告を発電事業者に求め、維持管理行為の状況について確認する。

（チェックリストの項目）

運用・維持管理段階

3. 発電のための堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去	発電事業の実施に必要となる堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の範囲、実施方法、頻度等を確認したか	<input type="checkbox"/>
	発電事業の実施に必要となる堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の行為により、既設砂防設備の維持管理行為に支障を来さないことを確認したか	<input type="checkbox"/>
	発電事業の実施に伴う堆砂敷の堆積土砂の掘削や流木除去の際の諸手続き（届出等）を行うことについて確認したか	<input type="checkbox"/>

① 落ち葉・ゴミ・土砂等の撤去

取水口付近や導水路内に、落ち葉・ゴミ・土砂等が堆積すると、発電に使用できる取水量が低下し、計画通りの発電量を維持することができません。また、水車発電機に土砂が混入すると機械の故障の原因になりかねません。特に、山地河川のような、土砂流出が多い河川では、土砂管理は重要な問題となります。実際の取組事例としては、沈砂池の設置、取水口のスクリーンの2重化、塵芥に強い水車発電機の開発、電動除塵機の設置、堆積土砂自動検知・排砂システムの導入等、様々な工夫を行って対策しています。

また、取水口付近に堆積した土砂を撤去する場合は、地形改変となるため、砂防設備管理者へ「砂防指定地内行為申請」を行ってから作業する必要があります。運用後の土砂管理については、砂防設備管理者とよく相談して事前に、管理方針を決めておくとい良いでしょう。

② 敷地内やアクセス路の除草作業

立地によっては定期的に草刈りを行わないと、草木が繁茂し、適切な運用が行えなくなります。発電所敷地内とあわせてアクセス路についても草刈りを行いましょ。

③ ゲート操作

現場条件や施設構造によりますが、取水施設や沈砂池に、取水ゲート、放水ゲート、維持管理用ゲート、余水吐ゲート、土砂吐ゲート等の設置が必要になる場合があります。ゲートを設置する際は、その目的と機能を決定の上、どういった水位条件、タイミング（常時、点検時、洪水時）でゲート開閉を行うかを操作規則を定め、的確に運用しましょ。

④ 遠隔監視・遠隔操作

一般的に、砂防堰堤は人里離れた山地に設置されることが多く、アクセスに時間がかかったり、冬季は積雪により現場まで行き着くことが困難な所もあります。立地によっては毎回現場まで人が行って運用・管理するのは一苦労です。最近はICT技術の発達により、遠隔監視・遠隔操作のシステムを取り入れた事例も増えてきています。実際に導入している設備は発電所によって様々ですが、監視カメラ、水位計、流量計、土砂堆積計等の設備を現場に行かずインターネットを介し、パソコン等で遠隔監視、遠隔操作が可能になります。新規で発電事業を検討される際は、ぜひ検討してみて下さい。

⑤ 災害発生時の対応

土砂災害や地震災害が発生した場合は、発電がストップする他、破損した構造物が流され、下流側の施設に悪影響を及ぼす可能性があります。施設被災後の対応については、砂防設備管理者とよく相談の上、協定を取り交わすなどして、事前に責任分担範囲や被災後の対応方針を決めておくとい良いでしょう。



図7.7 スクリーンの2重化



図7.8 沈砂池・除塵機・排砂口



図7.9 取水口のゲート



図7.10 監視カメラ



図7.11 遠隔操作のモニター画面

出典：「既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き」（令和6年7月）

図-5 発電事業者による発電設備の維持管理作業例

3.4 事故・災害発生時及び復旧時の対応

発電設備設置時や発電設備設置後の維持管理における作業中の事故、あるいは自然災害による被災等が発生した場合、現地の状況や設備の状況等の早期把握、及び復旧工を行う際の砂防設備管理者と発電事業者の対応等が求められる。そのため、事故・災害発生時等の連絡体制について確認するとともに、復旧工を行う際の役割分担等について協定書等に定めていることを確認する。

(チェックリストの項目)

運用・維持管理段階

4. 事故・災害発生時及び復旧時の対応	事故・災害発生時等の連絡体制について確認したか	<input type="checkbox"/>
	復旧工を行う際の対応について確認したか	<input type="checkbox"/>

次頁より、砂防指定地管理者と発電事業者との間で取り交わす協定書の記載例を示す。

砂防設備の占用等に関する協定書（案）（記載例）

（前文）

砂防指定地管理者〇〇都道府県知事〇〇（以下「甲」という）と発電事業者〇〇代表取締役〇〇（以下「乙」という）とは、甲が所管管理する〇〇県〇〇郡〇〇町〇〇地先の〇〇川砂防指定地内に乙が水力発電設備を設置することに伴い、次のとおり協定を締結する。

【解説】

砂防指定地内行為許可申請に付して、許認可権を有する都道府県知事と発電事業者代表との間で協定を締結し、治水上砂防における管理瑕疵が生じることがないような配慮を「協定書」にて確認する。

（目的）

第1条 この協定は、砂防指定地内の行為として、〇〇発電開発事業の範囲において、〇〇都道府県砂防指定地管理条例（以下「条例」という）第〇条の行為許可を受けて開発される発電設備管理等に関し、必要な事項を定めるものである。

【解説】

本条文は、あくまで砂防指定地内行為許可の範疇に限定される協定であることを明確にする。

（定義）

第2条 本協定書における砂防設備とは、砂防指定地内に設置された砂防堰堤、副堰堤、堆積地、観測機器、管理用道路等、砂防設備台帳に記載された施設である。また、砂防指定地内に存在するすべての国有財産及び県有財産を含む。

2 発電設備とは、乙が設置し管理する取水・導水・放水設備、発電機・水車、変電・送電設備、付帯・補機設備等（以下「発電設備」という。）をいう。

【解説】

設備は、砂防設備台帳に示された施設であり、砂防指定地は官報告示された指定地、用地等は用地台帳に示されたものであることを明確にする。

発電設備は、電気事業法に基づき事業者が管理すべき施設である。なお、河川法に基づく占用等の許可については、同法に基づき管理することとなる。

(管理区分)

第3条 管理区分は、以下に示すとおりとする。

2 施設所有者及び管理責任者は、次のとおりとする。

- (1) 砂防指定地管理及び砂防設備管理は、砂防法及び都道府県砂防指定地管理条例で定める甲である。
- (2) 発電設備の管理者は乙である。
- (3) 砂防指定地内行為中の許可範囲における行為の責任は乙であり、行為の監督権限は甲が有する。
- (4) 行為中において治水上砂防に支障を生じた場合、甲は、砂防法第4条第1項の規程に基づき、乙に対して制限をすることができる。

【解説】

砂防法における許可範囲は、あくまで砂防指定地内の行為に関する監督権限である。したがって、発電設備の行為期間中は、許認可権者である都道府県知事が砂防指定地管理条例、行為許可書に定められた範囲で監督権を行使できうる。なお、行為中の管理責任は、社会通念上の内容について開発業者に管理責務が生じる。

(措置命令)

第4条 甲は、砂防法及び砂防指定地管理条例に基づき、行為中において発電設備等が原因となって甲及び第三者に損害を与えた場合、その原因が故意または過失によるものであるときは、乙がその損害を補償するものとする。

2 甲は、治水上砂防に支障が生じた又はそのおそれがある場合において、必要な措置を命ずることができる。乙はこれに従うものとする。

3 乙は、損害又は事故が発生したときは、速やかに事実関係の報告書を甲に提出し、必要な対策について届出・協議のうえ実施する。

【解説】

社会通念上の記載条文であるが、「発電設備等が原因」の特定は困難な場合が多く、詳細な報告及び対策等の方策について提出させ、協議を行う必要がある。なお、その原因が乙に帰属する場合は、乙は措置命令を受諾する旨を記載したものである。

なお、措置命令を受諾しない場合は、最終的には行政訴訟に持ち込まざるを得ない。

(費用負担)

第5条 砂防設備に要する費用は甲が負担するものとし、発電設備に要する費用は乙が負担するものとする。

2 砂防設備において機能・性能が維持されている場合、行為中に生じた発電設備への影響については、甲は費用を負担しないものとする。

3 乙が行為中に甲の管理する砂防設備に損傷を与えた場合は、乙の負担で復旧するものとする。

4 災害等、砂防設備の計画上の機能において、乙の行為に支障が出た場合、あるいは行為を休止せざるを得ない場合、乙は甲に対してその補償を求めないものとする。

【解説】

あくまで、砂防設備に要求される防災上の機能が発揮された場合、乙の行為に支障が生じても、甲は費用を負担しないことを明確にする。

(占用料)

第6条 条例に基づき、措置を講じる。

【解説】

都道府県砂防指定地管理条例では、占用料の徴収を規定している都道府県と徴収しない都道府県があり、砂防法は根拠法令となりえないため、条例に基づくものとした。

(発電設備の停止等)

第7条 甲は、治水上砂防のため砂防設備の改築あるいは災害復旧等やむを得ない必要が生じたときは、発電設備の行為停止等を要請することができる。

2 要請があった場合、乙は協議に応じなければならない。

【解説】

協定書で、運用段階まで記載することは不適當である。河川法で担保されているような火力焚き増し費の補填等の裏付けが砂防法にはなく、現状では要請に止まる。

(原状回復)

第8条 許可等を受けた者は、次の各号のいずれかに該当するときは、速やかにその土地又は砂防設備を原状に回復しなければならない。但し、原状に回復することが不適當であると知事が認めたときはこの限りではない。

一 許可の期間が満了したとき。

二 許可等が取り消されたとき。

三 許可等を受けた行為等を休止し、又は廃止したとき。

2 前項但し書の場合においては、知事は治水上砂防のため必要な指示をすることができる。

(発電設備の撤去)

第9条 乙の事由により廃業（発電設備を撤去）する場合は、乙の負担において行為前の状態に戻すものとする。

(行為完了検査)

第10条 乙は、発電設備の設置後、甲の検査を受けなければならない。

(権利義務の承継)

第 11 条 甲または乙に組織の変更があった場合は、各々この協定に定められた権利義務をその継承者に引き継ぐものとする。

(事故の連絡)

第 12 条 乙は、行為期間中に甲の設備に影響を及ぼすおそれのある事故等が発生した場合は、速やかに甲に連絡するものとする。

2 事故内容については、乙は詳細な報告を甲に提出するとともに、対策処置について届出するものとする。

(甲の実施する工事の調整等)

第 13 条 甲は、砂防設備の維持管理のため工事を計画する場合、乙の行為に影響を与えるおそれがあるときには、その工法及び構造について事前に調整するものとする。ただし、甲が災害等で緊急に対応を要する工事が必要と判断した場合はこの限りではない。

【解説】

砂防の本来の機能性能を確保するために明文化した。

(協定の有効期間)

第 14 条 この協定の有効期間は、協定締結の日から〇〇砂防指定地管理条例に基づく当該行為の許可の期間末日までとする。協定期間の更新が必要な場合は、協定期間が満了する日の 60 日前までに、乙が甲に対し協定期間の更新を申し出るものとする。

(その他)

第 15 条 この協定に定めのない事項または協定の変更若しくは協定に疑義が生じた場合は、その都度、甲、乙協議して定めるものとする。

(適用)

第 16 条 この協定は、令和〇年〇月〇日から適用する。

(後文)

上記協定締結の証として、本書 2 通を作成し、甲、乙記名押印の上、各自 1 通を保有するものとする。

令和〇年〇月〇日

甲 砂防設備管理者

〇〇都道府県知事 〇〇〇〇

乙 発電事業者

〇〇株式会社代表取締役 〇〇〇〇

3.5 管理瑕疵

洪水や地震等による自然災害、有事の際の管理瑕疵に関する責任分界点について、協定書等に定めていることを確認する。

(チェックリストの項目)

運用・維持管理段階

5. 管理瑕疵	洪水や地震等による自然災害、有事の際の管理瑕疵に関する責任分界点を定めていることを確認したか	<input type="checkbox"/>
---------	--	--------------------------

3.6 発電事業廃止時の対応

発電事業が廃止となった際は、既設砂防設備に設置した発電設備を撤去し、既設砂防設備の原形復旧を行う必要がある。そのため、発電設備撤去工事や既設砂防設備の原形復旧等の方法や費用負担等について、協定書等に定めていることを確認する。

(チェックリストの項目)

運用・維持管理段階

6. 発電事業廃止時の対応	発電事業が廃止となった際の発電設備撤去工事や既設砂防設備の原形復旧等について、その方法や費用負担等を定めていることを確認したか	<input type="checkbox"/>
---------------	---	--------------------------

4 審査の参考となる技術図書等

既設砂防設備を活用した小水力発電の審査において参考となる図書等として、河川・砂防分野における技術図書のほか、取水堰、ゲート、水圧管等に関する技術図書、河川法による許可工作物、砂防指定地における審査基準、水力発電設備に関する技術図書、石積やアーチ式砂防堰堤の改築事例に関する論文等について以下に示す。

表-4 審査の参考となる技術図書等一覧

名称	発行・改定年月	発行元等
河川砂防技術基準 設計編	平成9年5月	建設省 河川局監修
河川砂防技術基準 維持管理編(砂防編)	令和6年6月	国土交通省 水管理・国土保全局
工作物設置許可基準	平成14年7月	国土交通省河川局
許可工作物技術審査の手引き	平成23年5月	国土交通省河川局
ダム・堰施設技術基準(案)	平成28年3月	国土交通省
砂防関係施設点検要領(案)	令和7年4月	国土交通省砂防部保全課
砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)	令和4年3月	水管理・国土保全局砂防部保全課
既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)	平成22年2月	国土交通省砂防部保全課
既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き	令和6年7月	環境省・国土交通省
砂防指定地及び地すべり防止区域内における開発審査基準(案)	令和7年3月	国土交通省水管理・国土保全局砂防部
小水力発電設置のための手引き	令和5年3月	国土交通省水管理・国土保全局
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26年8月	国土交通省
小水力発電を河川区域に設置する場合のガイドブック(案)	平成25年3月	国土交通省
水力発電水利審査マニュアル(案)	平成25年4月	国土交通省水管理・国土保全局水政課・河川環境課
水門鉄管技術基準(水圧鉄管・鉄鋼構造物編, 溶接・接合編)－付解説－	令和6年9月	(社)水門鉄管協会
ハイドロバレー計画ガイドブック	平成17年3月	資源エネルギー庁・(財)新エネルギー財団
中小水力発電ガイドブック	平成14年2月	(財)新エネルギー財団水力本部
中小水力発電計画導入の手引き	平成26年2月	資源エネルギー庁・パンフィックコンサルタンツ(株)
水力計画地点流量算定マニュアル	平成3年3月	資源エネルギー庁・(財)新エネルギー財団
発電用水力設備の技術基準と官庁手続き	平成23年3月	(社)電力土木技術協会
盛土等防災マニュアルの解説	令和5年11月	盛土等防災研究会
石積砂防堰堤の補強・改築における腹付工の事例と考え方	令和4年度	砂防学会研究発表会概要集
大源太川第1号砂防堰堤の改築	平成28年度	砂防学会誌
国土数値情報(砂防指定地データ)	令和5年度版	国土交通省