



取水口あれこれ

この情報は参考用です。



著作権表示

PowerSpout Intakes

登録会社名

EcoInnovation社(ニュージーランド)

商標表示

PowerSpout

日本代理店

株式会社イズミ

免責事項

当事者間で個別協議した場合を除き、本説明書による免責は以下の様に説明できます。

(a)メーカーの発表する如何なる書類上からの技術的精度、適応性等への保証は責任範囲内ではありません。

(b)メーカーの発表する如何なる書類上からの情報を基に実行し、又はその様な情報を利用実行後の直接的、間接的損失、損傷、（それが物的であれ、精神的であれ）等の使用者側での不利益に対する責任の対象者には、我々はなり得ません。メーカー発表全情報は、あくまでユーザーリスクとしてご利用下さい。

April 2016

目次

1	はじめに.....	3
1.1	取水口の機能.....	3
1.2	大きなダムを建設しなければダメなの？.....	3
1.3	砂抜きパイプ.....	4
1.4	止水弁と空気抜き.....	4
2	環境を守るための測定.....	5
2.1	取水制限.....	5
2.2	例外.....	5
2.3	工事への配慮.....	6
3	水没させたフィルター付取水口.....	6
4	自動清掃機能風フィルタースクリーン方式.....	8
5	流れから離して設置する水槽.....	12
6	スクリーンについて.....	14
6.1	コアンドラスクリーンについて.....	14
6.2	スクリーンメッシュの考え方.....	15



はじめに

タービン回転に必要な水の取水は、勿論、マイクロ水力発電システムの一部ですが、もし不適切に設置した場合、トラブルの大きな原因になり得ます。ゴミの堆積した取水口は共通の問題であり、大抵の箇所では取水口の清掃は頻繁に行う必要が生じています。本説明により、目的場所での最適な設計が可能になる事を念じて、筆をとります。

1.1 取水口の機能

- 最終的に発電機に繋がるパイプ（導水管）に流れる水を分け与え、パイプに満たす
- 自然に育成する草木、水中の生き物、小石、砂等を流れから除去する
- その場所の環境に影響を与えない
- 増水、洪水が発生しても、影響を受けない
- 見た目に自然で、背景に溶け込んでいる設計

1.2 大きなダムを建設しなければダメなの？

一般的に水力発電を想像すると大きなダム建設を思い浮かべますが（電力会社では）、マイクロ水力の場合、殆どその必要性は有りません。必要な考えは、流れる川などの水の一部を分離してパイプに送り込み、発電機を出した後で、元の流れに戻すのみです。その為には必然的に背の低い堰(セキ)を設けるか、水を溜める小さなプール状の貯水場所を作らねばなりません。無理に作らなくとも自然に出来た岩場棚を利用し、又は排水渠(きよ)の出口の流れを取り込み、小さなダムを用意しない方法も可能です。

大量の水を貯め込むことは大切だとの考え方は当てはまらないでしょう。発電量はダムに貯め込まれた水の重さからは影響されません。必要な単位は水圧であり、其れの力はタービンと取水口の高さに比例しています。ダムを作ってもこの高さの向上には役立たないのです。

もし広範囲の水のたまり場が利用できるのなら、沈泥や脱気に非常に有利です。この様な大きな水のたまり場のその他のメリットは、流量低下時、空気を引き込む事故防止がやり易く、毎日観察して、水の量が一定レベル以下になったと察したら、発電に使用する水量を絞り、導水管に空気が入り込まない事故防止が可能です。

大抵の場合、多くの取水場所では発電に適した堰を設けます。大切な事は、パイプの先端部を水の中に潜らせる深が必要です。もし細いパイプで、浅めの堰の場合、流速が早まり、渦巻きが発生し、そこから空気が入り込みます。実際過去に行なわれた対策は、吸い込み口の上に、垂直バッフルを設けたり、浮台を上 に 設け、何とか水と空気の接触を止める方法ですが、その様な方式でなく、深さの十分な場所にパイプの先を沈め、水の流れを早めない事がベストです。

経験から得られた妙案は、取り込み口先は2-3メートル長のパイプの直径を太くし、その後の数メートルのパイプを細くし、水の引き込みを確実にする方法で、このメリットは、太めの場所では流速が遅くなり、空気泡が上昇し、パイプの先に戻る事が出来ます。

1.3 砂抜きパイプ

取水場所の設計の場合、一番低い場所に砂抜きパイプを埋める事は必要です。必要な時に水抜きを行えるのと同時に中に貯まった泥や小石等を貯水槽から除去できるのが便利です。

この砂抜きパイプの構造で、後日改良する場合にも便利です。フィルタースクリーンの取替、導水管掃除など保守が容易に行えます。

このパイプに蓋をし、水を貯めるには、ひも付き蓋を水槽内部のパイプの先に取り付けておき、必要時ひもで蓋を引き上げれば水槽内の水はパイプから排水されます。もしひも構造が無理なら、砂抜きパイプの外側から長い棒で内部の蓋を押し出し、排水させます。



1.4 止水弁と空気抜き



取水口から出た場所では止水弁と空気抜きが必要と言われますが、そうとも限りません。導水管の一番上で止水弁を設ける必要はないのですがもしパイプが脆弱で壊れやすい場合、水漏れが洪水を引き起こすような場所では水を上流で止める事は有効です。

(*) もし取水口のフィルターが目詰まりしたり、止水弁が閉

められ水が止められた場合、パイプ内に存在する水は吸い込む運動を起こします。この圧力低下はマイナス側に働き一気圧の減圧は10メートルの距離が働き導水管の上部で加圧されます。この為パイプ内には一部真空が発生します。従ってフィルター部が変形し、若しくはパイプ破損が発生します。とは言え市販の導水管はこの種の圧力には充分耐えている筈？

(*) 水槽の水面レベル以上の位置に空気抜き管を設ける事は必要です。空気を自由に通過させますので、パイプの水抜き操作時でも、パイプ内に真空を作りませんので、安全が確保されます。例えば空気抜きが、取水レベルから数メートル下側になっても、通常作動中に取り込み口から忍び込む空気泡の除去に役立ちます。

(*) この空気抜き穴には正常作動中空気を入れ込ませない事です。取水口のフィルターにより通常動作中には少しの圧力減が発生します。どこに空気抜き孔を設ければいいのか？の回答には以下の試験方法をお試しください。

(*) フィルターに少量のゴミが付いた状態で、適当な箇所導水管に小さな穴を開け、水が常時吹き上がるか検査します。水が吹き上がらなくなる箇所が、空気が混入する高さです。この場所には空気抜き孔は不適切です。この様な場合、場所を更に下方に移動し、圧力が高くなる箇所で水が吹き上がる箇所を見出します。

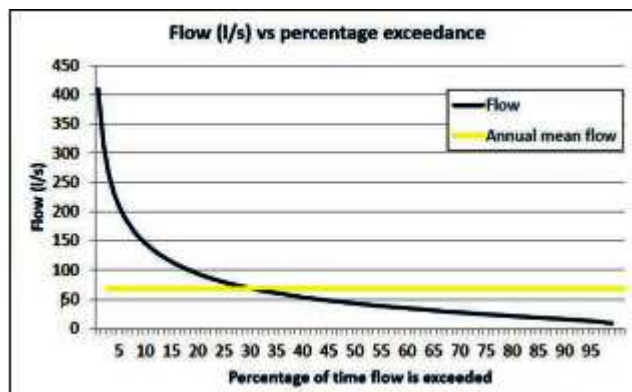


2. 環境を守るための測定

この環境保全に関する法律や条例は世界全て同じではありません。国、地域毎に違う筈です。例えば取水口の大きさに関する規定も存在します。フィルター付取水パイプの口径の寸法により、魚やその他の生態系に悪影響がでます。

2.1 取水制限

英国の環境保全法律では、流れに対し最低流しておかねばならない最低量の指定が存在します。この法律で決められた自然保護用流量の許可を得るには最低流量報告書を作らねばなりません。例ですが一年を通じ流量カーブを示し、どの程度最低量より過剰な流量が得られるかのカーブを予知として提出します。例を右側に示します。



この図表から得られる大切な情報は、一年を通して90%以上の期間に最低量以上に流れているのかを読み取れるかどうかです。表は“例”なので見づらいですが15ℓ・秒が一年の内90%の期間流れなければならない場所です。許可を得るには、年間を通じいつでもどれだけ余裕を持って流せるかの説明を伴います。もし計算が正しく、システムがその状況に対処出来ているのであれば、一年の内10%の期間は停止し、90%の期間稼働出来る事になります。

ご自分での取水制限方法の例として、取水構造に意図的な水漏れを起こさせます。例えば切り目、ひび割れ、穴等で水を横に流し、一定流量に流れが到達した場合、取水させない方式です。法律に合致させ、許可を得るには、この流量報告書が必要で、専門家に任せなければならないかも知れませんが、取水口に水漏れを起こさせなければならないかもしれません。しかし、この方法で、自然とその生き物の共生が可能になります。

2.2 例外

a) 垂直に流れる滝で、川魚が絶対通過しない、短距離の高さの場合、許可の必要性は緩やかですが、念の為の確認が必要です。しかし、通常この様な滝を利用したマイクロ水力はどこにでも見受ける事が出来ます。

b) 乾季のある一定期間水が無くなるような河川では、水路とは指定されませんので、許可の必要性は無いかもしれませんが、念の為の確認を行って下さい。

しかし、水が干上がった時点で、ソーラーパネル発電を行い、ハイブリッドシステムを構築する事も、自然エネルギー利用者から見れば可能で、干上がる川でも有効利用をお考えください。

c) 川床に多孔質の穴があり、又は 洞穴があり、時には水が無くなるが、流れている自然な河川もあります、これらも水路とは言えません。許可の必要性は無いかもしれませんが、念の為の確認を行って下さい。

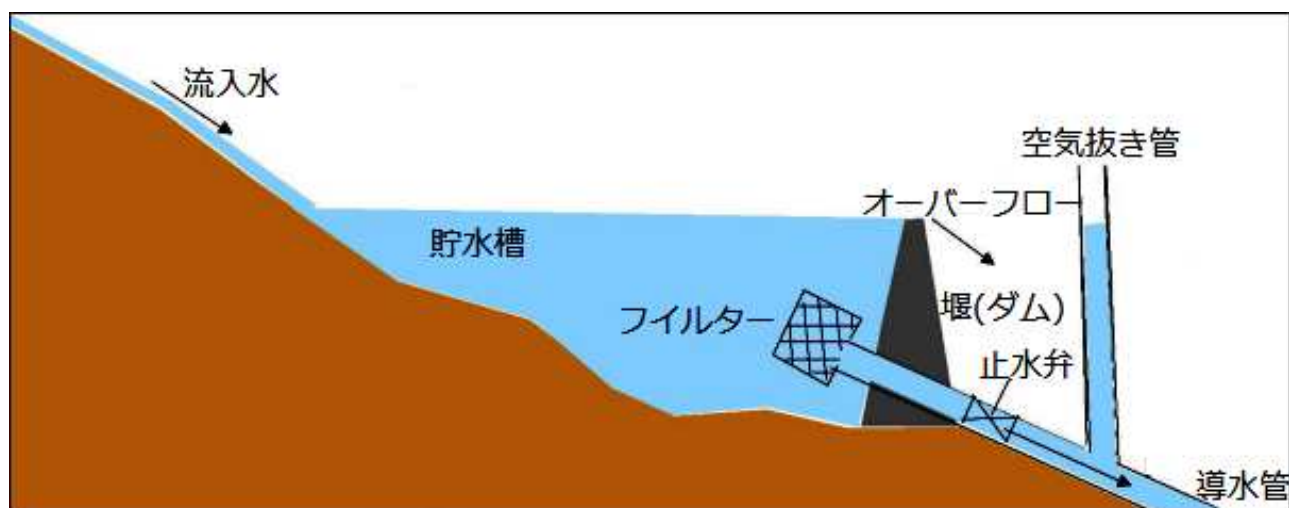
2.3 工事への配慮

- 流れの床の上、中、下のどの位置に係らず取水設備を設ける場合、その構造物は設置前には工場で既に仕上げられた物を持ち込むのみで、物理的工事をその場所で行わない事が求められます。許可を得た工事業者は設置工事に当たり流れの邪魔を極力抑える実行可能な手段を取り、川床などに沈殿した土砂の巻き上げを防止しなければなりません。
- 流れの土手、その延長にある上下表面部は取水場所、排水場所に於ける実際工事により地面への影響は避けられない場合、設置完了後は直ちに仮建設足場などを除去し、浸食を発生させない事が肝要です。

3. 水没させたフィルター付取水口

水を取り込む導水管の先端部は貯水槽（プール）の中に漬け込むことが第一です。

堰（ダム、プール）内部に先端部を入れ、水の中に漬け込みます。堰は石を積み上げる方法や流れを止める建造物で水たまり（プール）となります。サイホン方式も可能ですが、度々の吸引力回復には手間がかかり過ぎますのでお勧めしません。下図はどの場所でも応用可能な基本です。



導水管先端部にはゴミ除けフィルターは必要です。時には蛙が入り込んだ場合、ジェットノズルで詰まりを引き起こします。そうすると、回復には相当な手間と時間がかかります。

流入水側にも木の葉、木の棒、石、流木、草木等大きなゴミ除け柵を設けておきます。右の写真をご覧ください。



環境保全の観点から、フィルター関連では：

- スクリーンメッシュの開口量は、水中生物を引き込め無い最少の開口にする
- メッシュへの引き込み水速度は0.3m/s以上とする

メッシュに向かう水の速度を低速に保てば、泳いで逃げ、吸い込み口から避難できます。流れとメッシュの関係は後で述べますが、比較的メッシュが荒い場合、流速変化は少なく、生物の引き込まれる危険性は少なくなります。

右の写真は簡易法の例です。

パイプの先は蓋をし、水の吸い込みは先ではありません。

長いパイプの 所々に のこぎりで 切り目を入れ、そこから水を吸い込ませています。



左の写真は 穴あき金属シートを丸めたフィルターの例です。

水の流れの中で 壊れないで長年使用するには非常に良い素材です。しかしその反対に立派なフィルターとは言えないのです。

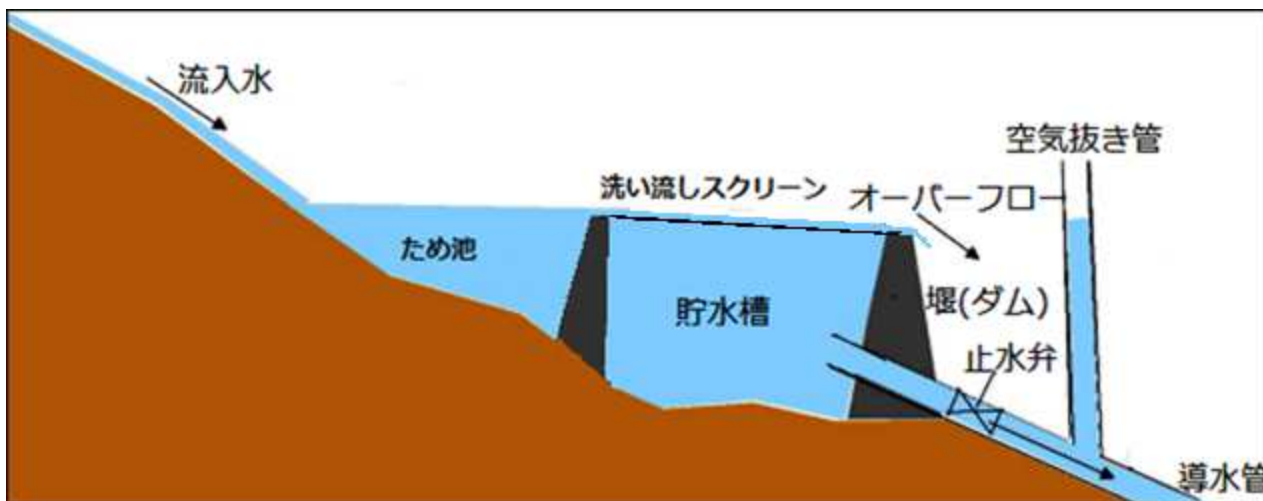
引き込まれるゴミ類はその場所に貼りついて、吸い込みエリアを狭め、掃除方法が問題となります。

定期的に掃除をしてくれる新技術の開発が求められます。例えば特別なブラシを作るとか、パイプの先をボートで出かけ引き上げて掃除するとか。

どちらにしても、フィルターの位置は、水面から充分下側で、且つ川床に沈んでいる浮遊物や沈殿物を引き込まない、底面からの高さの位置が条件です。確実なのは、どんな場所に沈めても、秋が来れば枯葉が堆積します。



4. 自動清掃機能風フィルタースクリーン方式



今迄説明した方法より更に便利な方法があります。それは貯水槽に取り込む水にフィルターをつけ、ゴミを押し出ししながら、綺麗な水を貯水槽に送る方法です。この貯水槽の上はメッシュ（又は穴開きスクリーン）で覆われています。この貯水槽又は貯水タンクは流れる水の便利な位置に設置出来ます。場所毎に対応しながら、セメント、ステンレス、材木、樹脂、どんな素材からでも製作できます。予算と場所の環境から、掃除不要の、取水用貯水槽を自作出来ます。

どんな方法をお考えになろうとも、一つだけ注意して頂きたいのは、洪水対策をどうするかです。金をかけ、どんな洪水にも耐え得る構造を考えるか、流れても修理しながら再生する簡易方法を取るかお考えください。

（＊）ゴミを分離するフィルターには角度を付けます。面積は取水に十分な面積を取り、角度も急な物は避けます。急激な角度では水はジャンプして下に落ちます。葉っぱ等がうまく押し流されると同時にきれいな水は下に落ちます。

（＊）両側の端は水の落下を避ける止め板を設け水を全て貯水槽に落とし込みます。

（＊）この角度を付けた方式の唯一の欠点は落差が少々変化する事実です。落差のヘッド位置はスクリーン下側の少し上辺りとなり、上流の流れ込む位置ではありません。

水量が正確で、水源が安定し、取水量とのバランスが取れている場合、スクリーン上の水の流れの厚みは、上から下まで一定で流れる事で確認出来ます。



下の写真は代表的な堰の上に設置された取水箱で、スクリーンゴミ除け機構が見えます。ダムや堰の一番張り出た場所から水を引きこみフィルタースクリーン上に導いています。比較的堰の低い場所に設置していますので、洪水時でも堰の他に用意された排水機構で安定している様子です。

下側左の写真はお勧めできない構図を示しています。先ずベニア板で水止め、ゴミ止めを行う様ですが、ゴミがスクリーン穴からタンク内に入る為に、ベニア板で阻止していると思えます。穴の寸法が大き過ぎるのでしょうか。



可能であれば、取水タンクを（ゴミ除けスクリーン付）川床に沈める事も可能です。このメリットは堰や貯水槽を作る必要はありません。石を動かして、流れる方向を調整し、また石を利用してタンクを川床に固定させます。



上の写真の右側の設置場所を遠方から見た写真を下に示します。景色に溶け込み、取水口があるとは到底思えません。



自然に流れる水の豊富な滝の場所では（魚が登れない十分な高さの場合）滝つぼに、スクリーン付取水タンクを沈める事が出来ます。下の写真は排水渠の出口で 平らな岩盤の上に、前以て製作された取水ボックスを設置した例です。



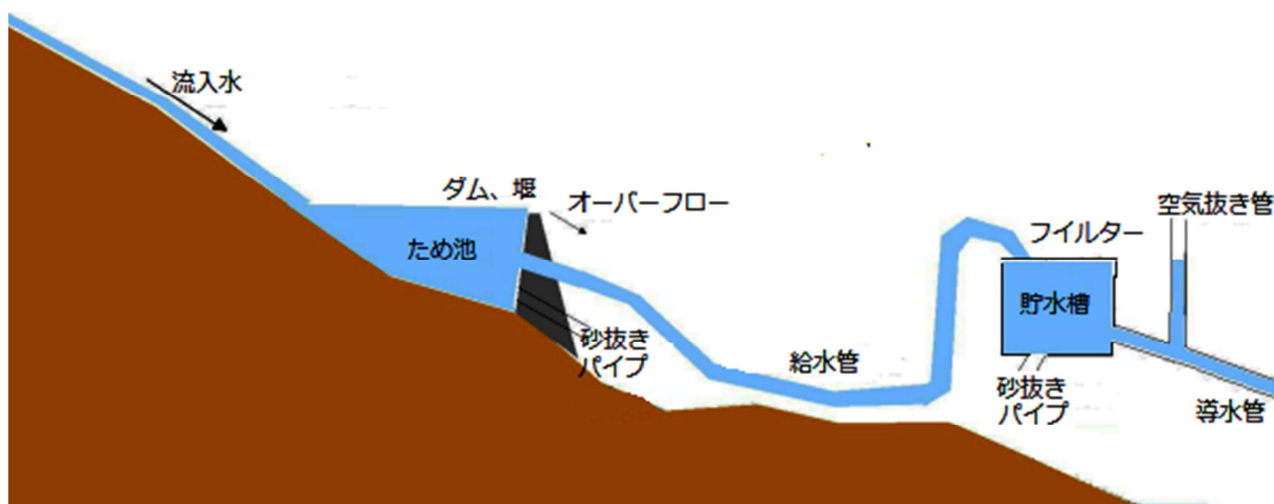
上の写真から、止水弁と空気抜き管の場所が明確に見えます。しかしながら、もし洪水になった場合、果たして簡単に手を差し入れられるとは思えませんし、そんな時には排水管から溢れ出る水に混じったゴミ類で空気抜き管は破壊されているでしょう。



5. 流れから離して設置する水槽.

これまでの説明設置場所は、大水や洪水時、取水口にはたどり着けない筈です。その様な時に、スクリーンの目詰まりを掃除したり、修理したり、止水弁を閉める作業は不可能です。一番便利な方法は貯水槽を、手軽に訪問できる位置に設置し、しかも、取水口の高さとほぼ同じレベルで、落差を維持出来、しかも下流位置であっても、土手の上あたりが理想です。給水パイプを使って流れを（量を減らさず、流速を落とさず）貯水槽に送り込む事です。

給水パイプを貯水槽の上に設けられたスクリーン迄配管し、溢れ出る余分な水は下流の流れに戻します。このスクリーン構造は今迄の説明通りで、ゴミを流しながら、綺麗な水は貯水槽に落とし込みます。この場合のメリットは、水源から貯水槽迄は複雑なパイプ工事を必要とされても、貯水槽からタービンには緩やかな角度で安定した配管工事出来るやり方も取れます。給水パイプの距離が長ければそれだけ、導水管距離はタービンまで近くなります。給水パイプには傾斜角度をつけ、下方に送り込み確実に固定させ、その通過途中で高くなった箇所から、絶対空気の入り込まない構造をお考えください。



給水管取り入れ先端部にはフィルターは必要ありません。しかしため池の表面から十分な深みの場所で浮遊物の吸い込みが阻止できる場所にします。しかし貯水槽には必ずゴミ除けフィルターは必要です。また砂抜きパイプを下部に設け沈殿物の定期的掃除は必要です。導水管には空気抜きは必要でしょうが止水弁は不要です。給水停止には給水管を外すだけで済みます。

オーバーフローの先は必ず本流に戻るか確認して下さい。環境保全が必要です。給水管を通過しフィルターで流れ出る生物はオーバーフローで本流に返すと同時にその土地の浸食を防止し泥の発生を押さえます。右の写真は青色の樹脂樽で見栄えはしませんが目的には合致しています。給水パイプは右側で、今外しています。導水管はドラム中央左から出ています。給水管の棚は木の棚です。ホースをここに置き、少し上がりながらフィルターに到達します。ゴミは横に流れ、綺麗な水はドラムに入ります。余分な水やゴミは元の本流に戻し綺麗な水は貯水槽に落ちます。



樹脂又はステンレスドラムの底に砂抜きパイプを設けておきます。前頁の例はオーバーフロー機構は準備されていませんが、流れ込む魚類を元の流れに自然な流れで戻すよう工夫を施します。下の写真は排水渠の出口の流れを取り込みフィルタースクリーンを経由して導水管に水を送り込んでいます、



この設置例の場合、スクリーンフィルターの面積は充分とは言えませんでした。上の写真に見える、スクリーンの上に置かれたコンクリートブロックで流れが阻害され、水の通過が早すぎました。

洪水時、排水渠からの水は真っ直ぐ川に押し流され、スクリーンのゴミ掃除は不可能となっていました。



6. スクリーンについて

フィルタースクリーン素材は多種多様であり、自由に選定しますが、ベストはステンレスです。ペルトン等のノズル口径の場合、ゴミはノズル口径の半分以下のみ通過出来それ以上はゴミとして貯水槽には入れません。水中生物保護に、メッシュは1-3mm直径を使用。右の写真はメッキ金網ですが、これは“安物買いの銭失い”タイプです。穴が大きく、メッシュは弱そうで、また補強は不十分です。多分大水で直ぐ壊れる代物と見えます。更に良い素材は穴の開いた（穿孔）ステンレスシートです。

鏡面品を選びましょう。葉っぱ等の植物は時間経過とともにこびりつき出します。穴の大きさは1mm程度が良好です。より細かな物程効果があります。ゴミ除けには最適で水中の生物にも安心です。草や葉っぱもこの細かさで防げます。夏には藻が発生します。年に数回、剛毛のブラシで掃除が必要で、毛の寸法は穴の半分程度から8割程度の太さを選定し、穴の壁の藻も取ります。シートは頑丈な棒で保持します。ステンレスが望ましいですが、太さと強度が充分ならメッキ品でも錆びても構いません。どれだけ長く使うかの目的でお考え下さい。



6.1 コアundasスクリーンについて

堰から溢れ出た水の流れ



現在最高のスクリーンメッシュは“コアundasスクリーン”と呼ばれるスクリーンで、表面張力理論を使用した、流水から水とそれ以外の物質を分離できる構造を有しています。

最大の効果を得るにはメーカーの指示に従った設置が必要です。

実際の現場では、このコアンダスクリーンを水中に漬け込んで使用される場合を見ますが、それではせっかくの有効性は殺されています。コアンダの正しい使い方は；

右の写真の様に、せり上がってくる水を下に落とすのが正しい使用法です。流れる水を一旦コアンダのせり上がる場所で、水を上方向に上げるのが製品の本来の使い方です。流速は遅い程良好です。水路などで水を集め、速度を速めたダム出口に取り付けた場合、コアンダに適した流速に調整不能で、水が飛び散ります。理想的な流速はスクリーン面積1m平方辺り90ℓ・秒の流れが最適です。コアンダは比較的小型に向いており、もし目詰まりや効果が出ない場合大きな面積に適する他の素材を探す事をお薦めします。



6.2 スクリーンメッシュの考え方

水で濡れている面積のスクリーンが大きければ大きい程、効果は上がるとお考えください。しかし場所毎に（流速、深さ等環境は全て異なります）事情は異なり、正確にこの計算式で終了と言えないのが実情です。重要な考え方は、スクリーンの総面積に対する穴の面積の比率を調べなければなりません。

黄金利率は：

最低開口率は(穴の総面積)は、1ℓ・秒の水の流れに対し、1/100平方メートルが必要です

例えば

10ℓ・秒の流れが対象とします。

上記の黄金比率から $10/100 = 1/10$ 平方メートルの穴が必要です。

開口率1/4のスクリーンがあるとして（開口率25%）

そうすると、荒目に見て、水に濡れるスクリーン素材は4/10平方メートル必要でそれは 約100x40cm (又は70x60cm)の面積となります。

勿論大きい事は更に良いのですが、正しい選定は、後悔しないで長年使えます。

End-