

“水小僧”ミニ水力発電機

Made in Canada

取扱説明書

March 2017



Energy Systems & Design

目 次

本書の〔安全にお使い頂く為に〕を必ずお読みになり、
正しく設置・操作・保守を行なって下さい。

	安全にお使い頂く為に	3
1	初めに	4
2	据付場所選定	5
3	ヘッド圧測定	6
4	流量測定	6
5	連続運転での発電量表(12/24V) 高低差とノズル口径の流量表	7
6	取水口、導水管、放水路	8
7	基礎寸法について	9
8	蓄電池、インバーター、制御器類	9
9	配線と配電箱	10
10	切替スイッチ	11
11	出力測定端子	11
12	ノズル選定に関し	12
13	ベアリング交換	12
14	実験風景	13
15	銅線抵抗表	13
16	パイプ内部軋轆抵抗表	14
	参考資料: 蓄電池容量の考え方	16
	参考全体配線図	18

安全にお使い頂く為に

必ずお読み下さい

1) 試運転では、発電機と蓄電池を接続し負荷との接続が必要です。負荷無しでは、発電機は過回転を起こし破損しますので、充電制御、ダミー負荷など全て接続後、試運転を行って下さい。発電の開始、停止は水供給の、開始停止であり、通常の家でのスイッチの On/Off ではありません。緊急時は水の停止が必要です。試運転で、遠い場所に発電機がある場合、二名で電話を通じ、一名は現場の水管理、もう一名は蓄電池などの発電場所の担当を専門的に行い、事故を防止しなければなりません。

2) 発電量に関する考え方

本製品は 12, 24V, に自動的に対応します。つまり電池群の電圧で、発電電圧が変化します。しかし発電機コイルの電線の容量により、最大電力は 200W 迄とお考えください。仕様では 300W 迄耐えられます。

12V→12V×10A	24V→24V×10A
120W	240W

電圧は低く見えますが、流れる電流は大量です。水を使う場所、又蓄電池を設置する場所での御利用ですので、漏電事故、短絡事故、人体接触事故等、電気事故に対する安全対策が第一です。特にお子様が触れられない配慮を怠らないで下さい。

3)ノズル数での考え方

2 ノズルモデルを目の前にした時、水の供給を 2 箇所に分岐し、2 個のノズル穴の大きさを同じにしなければ、と多くの方は思われますが、それは間違いです。利用できる水量で一個のノズルで先ず動作させます。水量に余裕があれば、2 個目のノズルの穴を小さい口径から試験し、回転が上がる迄、口径を広げます。2 個目は補助で、回転増加用(電力増加)とお考え下さい。4 ノズルの場合も同じで、一番目が最大口径で、残りは全て同じでなく利用できる水量でノズルの開口量は異なります。

4) 運転中にストップ弁を急に閉めない事。出来るだけゆっくり閉め、圧力を水管に与えない事。急激な閉め方ではウォーターハンマー現象でシステムの破損に直結します。(右記の写真は他機種ですが例として参考にしてください)



5) 配管曲げの必要箇所では常に円形を描き、90 度-直角 曲げは絶対に避けて工事を行って下さい。

1. 初めに

このマニュアルで、カナダ Energy Systems and Design 社の製造する“水小僧”を説明します。実際の使用を行う方は、配管や、電気についての知識が必要で、システムの使用方法についてもそれらに関するある程度の知識が必要です。本器は小さく見えますが高圧電気を発生します。例え 12V を目的とされたとしてもある条件下では高圧を発生いたします。安全基準を必ず守って下さい、**電気は目に見えませんが、しかし、それにより時には死に至る危険性を有しています。**

水路を使用される方は必ずその地域の所轄官庁に法的制限、許可の確認を前もって行う事をお願いいたします。この法的制限は場所毎で異なりますので、使用者側での前調査が必ず必要です。

ここで言う電気とは高い場所から低い場所に流れる水の潜在的エネルギーを利用し、発電し、それを蓄えます。高い場所から低い場所への距離は“ヘッド圧”、“高低差”と呼び距離で表現するか(メーター)、又は圧力(キロパスカル)での圧力表現を使用します。“流量”は水の量を意味し l/s の単位で測定され、発電量の予想はヘッド圧と流量で計算可能です。

“水小僧”は多種多様のヘッド圧と流量で作動できる様製作されています。その為特別な形状のターゴ型水車を実現しました。機器は1ノズル、2ノズル、4ノズル用意され、金属ノズルは3~7mmの直径を用意しています。

“水小僧”は流れ落ちる小川等の水源を利用して、DC を得るのに適しています。水源の一部の水を導水管に導き下流に十分な距離で流し先端部に発電に必要な水圧を得ます。丁度ご家庭の水道水に圧力がある状態に似ています。この水圧が発電に必要とされます。その後、更にノズルを通過し水の速度が加速されます。この圧力と速度で、タービンを回転させます。タービン軸と発電機軸は同じで、発電機が回転し、水のエネルギーが電気に変換されます。原理は磁石がコイルの周りを高速回転し、コイルに電気が発生します。この電力は水小僧発電機で先ず AC として発電され、次に整流器を通り直流(DC)として取り出します。

DC 出力端子は赤色(+)、黒色(-)で準備されています。もし蓄電池と正反対に結線した場合整流器は破損します。この事故防止の為、又それに引き続き引き起こされる火災事故防止の為、蓄電池への配線にはヒューズやサーキットブレーカーの設置が必要です。出力端子の反対側に、切り替えスイッチが見えます。これは発電機コイルのデルタ、スター結線の切り替え用で、どちらがより高い発電量を得るに適するか、見出すのに便利なスイッチです。出力端子に白色の端子が準備されています。オプションのテスターを利用し、電流測定がこの白端子、黒端子間で行えます。電圧測定は同じテスターで赤と黒端子間で行えます。(詳しくは後半で説明致します)

銅製ノズルが機械に付属しています。寸法は 3 – 7mm でユーザーの水量変化で交換可能です。高さが高い場合小口径を使い少ない水に対処でき、反対に高低差が低い場合、太いノズルで水を大量に流せます。

ノズルは機械内部に位置し、ホースは機械外側に位置します。両者を繋ぐのが銅製フィッティングです。銅製ノズルは、このフィッティングにねじ込めます。ホース側には樹脂アダプターを先ずこのフィッティ

ングに繋ぎ、その上に水道高圧ホースをねじ込んで、金具で固定します。(ホースや金具は日曜大工ショップで入手します)。フイッティング全体の本機への固定は、跳ね上げ金具がその場所に待ち受け、下側へ押し込むとフイッティング固定、上側に跳ね上げますと解除となり、ノズルを交換する場合、跳ね上げ金具解除し、本体から外側へ、ノズル付きフイッティングを取り出し、交換できます。入れ込むには反対の手順で入れ込み、固定します。従ってノズル交換のために、機械全体を動かす必要はありません。

この程度の発電機の場合、柔軟なホース利用がお勧めです。上流から、先ず排水弁、その次に圧力計、その後 停止弁、そして、発電機となります。圧力計の取り付けは、お勧めします。

システム作動後、正常な状態での、静圧と動圧を把握しておきます。その後圧力変化で何か起こっているか予測可能です。停止弁を閉じたまま圧力計を見ます、もし通常よりの圧力低下は送水管内に空気が混入したか、水源の水が不足が理由です。停止弁を開けて、反対に圧が上がれば、ノズルが詰まっているのが理由です。急激な圧の増大はウォーターハンマーを引き起こし、導水管を破壊します。

水力発電の悩みは、水源の汚れ(枯葉、小枝、泥、岩)が最大で、常に掃除が必要です。また導水管に汚れが入り込まない様、最適なメッシュを使い、汚れや砂を入れ込まない工夫が必要です。圧力計により、システムの健康状態が把握できます。

2. 据付場所選定

本システムの性能を最高に引き出す為現場の要因の確認が絶対必要です。まず”ヘッド圧”と”流量”の確認です。次に必要な検討は、パイプラインの長さ、発電機から蓄電池の配線の距離、期待するボルト数です。これらの要因を先ず調査し、システムの構築を行ないます。

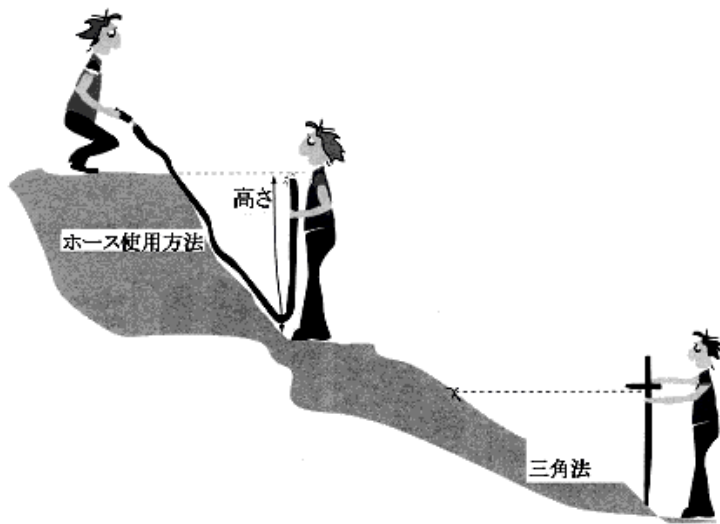
発電された電力は蓄電池に貯められます。理想的には消費量が発電量より低い場合余剰分は蓄電池に貯め、必要時にその余剰分を使う事が可能です。DC 電気器具の使用は蓄電池から直接取り出し使用出来ますし、DC-ACインバーター経由で AC100V として AC電気器具の使用も可能です。

場所毎でヘッド圧、流量は大きく異なります。使用者の場所での状況の的確な把握が成功への秘訣です。高低差を増やせばそれだけ発電量は増加します。更なる場所による工夫も成功の秘訣です。しかし高低差を増やす為に低い場所を求めた場合、洪水の恐れのない場所を考えなければなりません。



銅製フイッティング

3. ヘッド圧測定

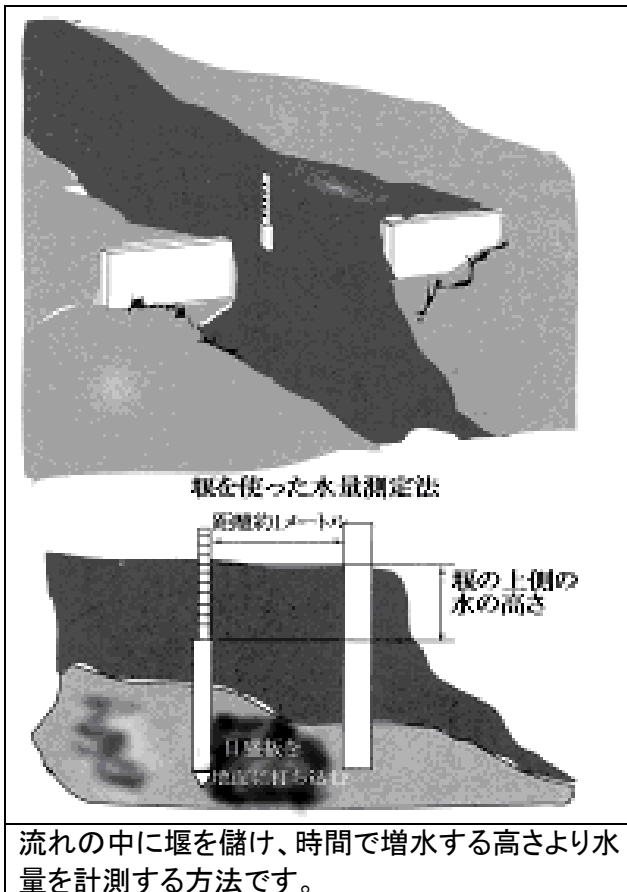


ヘッド圧の測定には色々な方法があります。まず庭ホースで長めの物を水源の水の中に漬け込み仮固定し反対の先を下側に持ってきます。(上流側では岩、又は補助道具で水中に固定します)直ちにホースの出口から水が流れ出します。安定して水が流れ出せば出口側の端を上へ挙げ水が流れない所まで持ち上げます。このホースの高さがその場所の高さです。この作業は相当ゆっくりした運動で行って下さい。急激な運動は水が過振動運動を引き起こし正確なデータが得られませ

ん。水源から下側の距離の停止点を繰り返し行い総計でその場所の高低差を知る事が出来ます。場所により多くの場所で同作業を行い、水源と発電機の設置場所との高さの測定を繰り返します。その他の方法は測量業者が使用する経緯儀を使用し高低を測量します。又大工が用いる高さ測定方式やデジタル時計で高度(気圧)を計るタイプも販売されています。最近ではGPS機能に高度が示される物もあります。実際にパイプを配管し、水をパイプに充満させ、出口の圧力計から、正確な距離を計算する方法もあります。マイクロ水力の参考書に各種の方法が紹介されていますので、研究下さい。

4. 流量測定

少量の水量を計測する簡易法は、取り入れ口に、岩、ベニア板、その他水をせき止められる場所を確保し、ホースに水が取り込みやすい状況で、ある容量の容器に一定時間水を貯めることです。時間と得られた量から流量を知ることが出来ます。この方法は低流量測定に適しています。



大流量の測定の場合は“堰”^{せき}を利用した測定方法をお勧めします。大きな板の中央部に長方形の開口部を設け、ダムを作る様に、水の流れに押し込めます。左図参照。水の流れの中央部には、杭を打ち込みその上に距離を示した目盛り板を設けます。目盛りゼロ位置と堰の下側のレベルが開始点となります。水が堰に貯まりだし、目盛りの上側に向かって水が競りあがります。堰の位置と目盛計の距離を1.5 - 2メートル離します。

測定結果から US ガロン/分の流量を知る事が下の表で可能です。その数値に3.8を掛けますと、リッター/分に換算できます。

流れの中に堰を儲け、時間で増水する高さより水量を計測する方法です。

堰による測定量換算表								
目盛り高さ 1/8 から 10-7/8 迄の US ガロン/分 (gpm) ・幅 1 インチの堰幅.								
Inches		1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8
0	0.0	0.1	0.4	0.7	1.0	1.4	1.9	2.4
1	3.0	3.5	4.1	4.8	5.5	6.1	6.9	7.6
2	8.5	9.2	10.1	10.9	11.8	12.7	13.6	14.6
3	15.5	16.5	17.5	18.6	19.5	20.6	21.7	22.8
4	23.9	25.1	26.2	27.4	28.5	29.7	31.0	32.2
5	33.4	34.7	36.0	37.3	38.5	39.9	41.2	42.6
6	43.9	45.3	46.8	48.2	49.5	51.0	52.4	53.9
7	55.4	56.8	58.3	59.9	61.4	63.0	64.6	66.0
8	67.7	69.3	70.8	72.5	74.1	75.8	77.4	79.1
9	80.8	82.4	84.2	85.9	87.6	89.3	91.0	92.8
10	94.5	96.3	98.1	99.9	101.7	103.6	105.4	107.3

計算応用例:
 川中の目盛りが 9-3/8 の位置とします。まず左端の 9 を選び、右に向かい 3/8 の欄を見ます。そのデータは 85.9gpm となっています。この値は堰の幅距離 1 インチですので、貴方の作った堰幅をインチ数で掛けてください。最後に 3.8 を掛けると、リッター/分となります。

一年に渡り測量を繰り返し最大最低量の確認を行います。季節により水量が不足するのであれば乾季には蓄電池充電用に他の自然エネルギーを使用します。(風、太陽):水の流れは貴方の為のみではありません、他の動物植物のために利用が必要である事を忘れないで下さい。ヘッド圧と流量が確定されまると、下記の予想表から得られる発電量が想定できます。ご注意頂きたいのは得られた数値は発電量のみで蓄電池への電力は送電線の長さで低下しその上インバーターなどで損失するロス分を考える必要があります。従って最終的に必要とされる電力の算出には注意が必要です。通常発電量の8割が実際の有効電力使用量とお考え下さい。

5. 連続運転での発電量表(12/24V 試験)

ノズル数(),ノズル直径(mm)														
	(1) 3mm	(1) 3mm	(1) 4mm	(1) 4mm	(1) 5mm	(1) 5mm	(2) 5mm	(2) 5mm	(1) 6mm	(1) 6mm	(1) 7mm	(1) 7mm	(2) 7mm	(2) 7mm
高さ	12V	24V	12V	24V	12V	24V	12V	24V	12V	24V	12V	24V	12V	24V
m	Watt													
7							6.0				3.0		21	
14					6.7		29	18	3		21	8.5	60	43
21			14	8	20	12	56	62	30	31	42	43	109	118
28			24	26	30	33	96	102	55	60	81	85	189	195
35	6.7		43	46	50	52	123		83	89	115	135	261	274
42	11	6.3	57	64	71	76	180	200	105	112	142	162		
49	15	14	74	81	90	93			130	138	188	200		
56	19	23	92	98	114	121			162	176	230	250		
63			110	118	135	146			190	210	272	295		
70			130	137	157	175			255	245	300	320		

2017 最新データー

Head (meter)	PSI	高低差とノズル口径での流量関係				
		3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
		l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
7.04	10	0.08	0.15	0.23	0.33	0.45
14.1	20	0.12	0.21	0.32	0.46	0.63
21.1	30	0.14	0.25	0.40	0.57	0.78
28.2	40	0.16	0.29	0.46	0.66	0.90
35.1	50	0.18	0.33	0.51	0.73	1.00
42.4	60	0.20	0.36	0.56	0.80	1.10
49.4	70	0.22	0.39	0.60	0.86	1.20
56.4	80	0.23	0.41	0.64	0.93	1.30
63.4	90	0.25	0.44	0.68	1.00	1.34

この表は 1 ノズルの流せる可能量です。例えば 63m で 3mm の場合最大量は 0.25 l/s ですが、もしも 0.5 l/s 流せる可能性の場合、モデルは 2 ノズル型を利用できます。

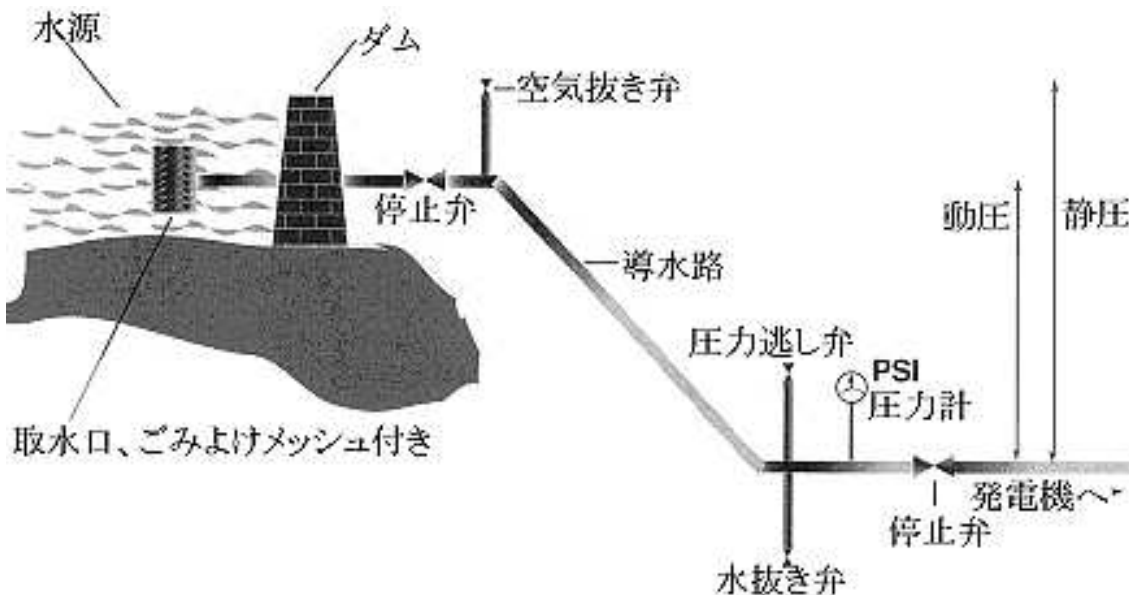
6. 取水口、導水管、放水路

水力発電の場合どんな形式でも導水管が必要とされます。ダム経由の場合でも短い配管が必要です。ノズルへ流れ込む水流を阻害するようなパイプ径や形状を避け、出来るだけ抵抗が生じない選定が肝要です。出来るならば導水管は地下に埋め込み、振動を防止し、一方動物が噛まない配慮も必要です。

取入れ口にはフィルターを設けます。スクリーン箱を作りそこに管を固定するか、管の先に細かな穴を開けフィルターでカバーします。フィルターメッシュの大きさは使用ノズルの口径より小さくしておきます。取入れ口の位置は川床下のよどみの場所から上にし、一方流量が変動しやすく、又空気を吸い込まない深さも必要とされます。流れの正面から取入れ口を横に振り、ごみがフィルターから逃げる位置を見つけます。取水口は定期的に点検し、ゴミ、枯葉などを取り除かねばなりません。

導水管が連続で下方に設置出来ない場合、最初の段階では水が下方に流れる構造を取ります。この場合バイパス回路を設けます。ダムを超えて配管する場合には配管内部に最初に水を手動で満たしておきます。配管内部が水で満ちた後発電機の停止弁を開放し流れを起こさせます。それでも予定したヘッド圧が出ない場合、真空ポンプで一番高い場所からの空気を排除します。

最初の作業ではタービンに(発電機に)バイパス回路を設け水の流れが最高に行われる様調整します。導水管内部の空気やゴミを取り去り、流速を増加させ、又凍結からタービンを保護します。



停止弁をノズル手前で設けます。その手前に圧力計を設け水が流れない状態での静圧と水が流れている状態でのダイナミック圧—実働圧—を測定します。

圧力計の表示が通常より低下する場合、取水口にゴミや枯葉が詰まったと理解できます。

導水管に取り付けられた弁を停止状態にする場合“水撃作用”〈ウォーターハンマー〉を防止する為にゆっくりと閉めなければなりません。急激に閉めますと水の圧力異常により管が破損を引き起します。危険防止の意味で弁の手前に減圧弁を設けます。

7. 基礎寸法について

発電機は、仮設 2 枚の板の上に置いて試験できます。その後は、収納小屋を作り、本体や蓄電池、制御盤等を格納し安全を確保します。発電機はコンクリート土台に設置する方法もあります(最初は適切な寸法判断の為木製で試作)。排水用の開口部の寸法はタービンハウジングの開口部と同じか、好ましくは少々大き目です。排水溝による水の流れを確保して下さい。寒い地方の場合冬では凍結防止の為水出口をカバーし冷気が機械内部に入り込まない工夫が必要です。(取り付け土台の設計は、場所ごとの状況に対応出来るよう、実物に合わせて製作されることをお勧めします)。排水の水が機械に跳ね返らないスペースが必要です。排水のスムーズな流れを確保下さい。

8. 蓄電池、インバーター、制御器類

目的の電圧 (各電圧でのワット数に注意)

小規模のシステムで配線距離が比較的短い場合システム電圧は 12V が適しています。少々遠距離でも 12V が使用可能ですが電圧低下が著しい場合 24V 若しくはそれ以上をお勧めします。12V の場合蓄電池から直接電力を得、12V 仕様の電気製品が利用出来ます。24V の場合蓄電池から直接活用するか、24V 用の電気製品が少ない場合インバーターで(DC-AC インバーター)AC100V にします。最近では高容量の信頼性の高いインバーターを入手する事が可能です。どなたの家庭でも全ての家電製品は AC100V を使用しています。

蓄電池の容量判断

典型的な水力発電では利用目的電力の 2 日間分を貯める容量が一般的です。蓄電池は鉛酸型ディープ サイクル型を利用し繰り返しの使用を行います。充電量が半分でも使用可能です。蓄電池の置き場所は生活環境外(家の外)、又は排気装置のある場所が必要です。充電量が高くなりますと水素や腐食性ガスが発生します。蒸留水追加型の場合レベルを常に監視し充填を行います。(参考資料:のページで蓄電池容量の考え方を紹介していますので参考にして下さい):蓄電池置き場所では水素ガス発生しますので、火気厳禁です。(タバコ厳禁)

充電操作

太陽パネルとは、全く異なり、水力発電機は発生した電気を常に消費させる為の負荷が必要です。負荷が無い場合電圧は極端に上昇します。余剰分を二次的負荷に切り替え有効利用を図ります。蓄電池が飽和値に到達した時、電圧が上昇します。ある時点で充電作業は停止し、余剰分は他の負荷に切り替えなければなりません。(方法は個々の状況で大きく変化しますが、空気放熱抵抗等の抵抗器具をお勧めします。電灯類は使用できません)。12V のシステム電源を選んだとして充電速度によりますが停止電圧は 13.5-14.5V に設定します。充電速度が早ければそれだけ電圧は上昇します。上昇速度の早い場所では電池保護の為、電圧リミットは低めに設定します。

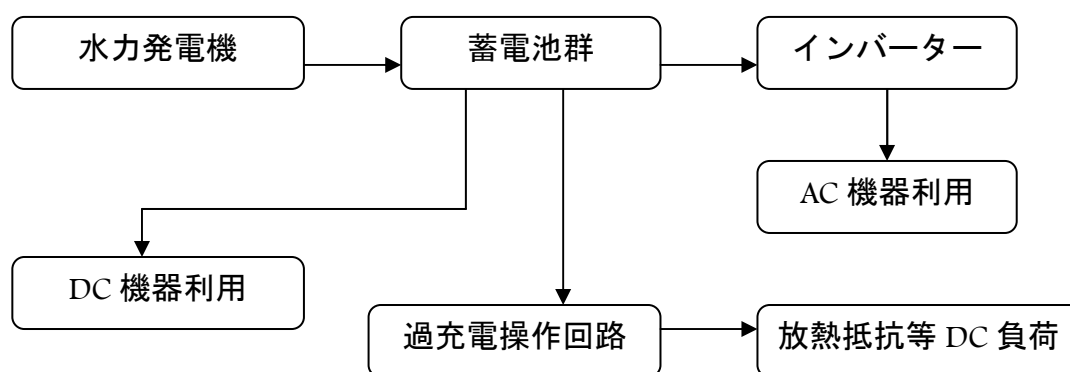
充電制御器のメーカーは、例として、モーニングスター社 TS-45 等が販売されています。上限設定電圧に電池が到達した時点で蓄電池過充電防止のため二次負荷回路に自動的に切り替えます。反対に、充電が不足で、負荷が増加の場合、蓄電池低下が引き起され、これも蓄電池にとって好ましい事ではありません。DC-AC インバーターの機能に電圧低下時送電ストップ機能があれば、蓄電池の保護に役立ちます。ボルト表示メーター、ワット/時メーター等が蓄電池の充電状況確認用に必要です。電圧指示計は充電レベルの目安として利用出来ます。しかし負荷使用条件や充電状況で変動します。経験を積めばその表示状態で実際のレベルを知る事が出来るようになります。

直流積算電力計を使用し充電状態の管理に役立てます。発電機からのアンペアメーターも見やすい場所に設置されることをお勧めします。アンペア値の低下はシステム異常を示しています。例えば導水管内に空気泡が混入したか、ゴミで、管や、ノズルの一部が塞がれているかもしれません。発電機のベアリングが破損したかもしれません。ベアリングの故障早期発見は大切な保守項目です。

9. 配線と配電箱

実際の使用では上記充電操作、配電回路すべてを組み込んだ**制御盤**を中継地点として電源と負荷への接続を行います。全ての回路には適切な直径の電線と安全の為のヒューズ、ブレーカーが必要です。“水小僧”へのヒューズも必要です。何らかの原因で短絡事故や予期せぬ過電流から本体保護が必要です。発電機側アンペアメーターは、水源のゴミ、導水管内の空気、**ベアリング故障**、ノズルの詰まり等での発電量の低下などを知る事が出来ます。発電機の安全モニターとして必要です。本マニュアル最終ページに総合回路図を示しますので参考にして下さい。

最終的に全体システムは下記のように表現出来ます。



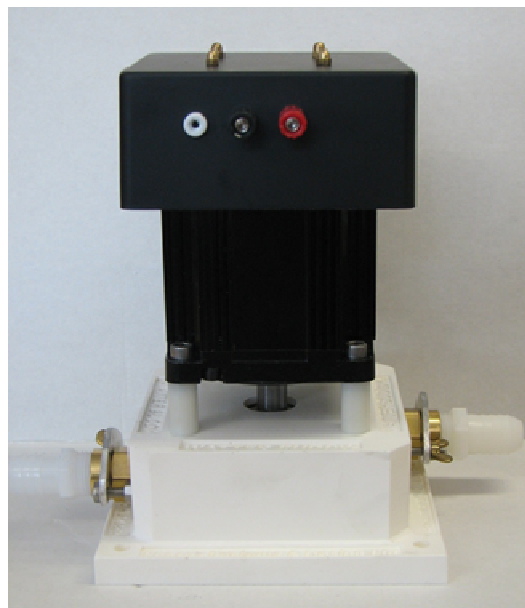
10. より高い発電量確保の為の切り替えスイッチ

システム設置が全て完了した時点で、機器背後の切り替えスイッチを切り替えてみます。高低差と水量、配線等全ての状況で、スイッチのどちらかが、より多い発電量を示す可能性があります。どちらでも同じ場合もあります。



11. 出力測定端子

オプションでのテスターで出力電圧、電流を測定できます。下記写真の白端子と黒端子間はアンペア測定用で、メーカー供給テスターはミリボルトの位置を使います。充電電圧測定は赤端子、黒端子間でDC 電圧の位置にテスターを切り替えます。



最近MPPT制御の充電制御器が利用できます。高電圧を発生させ、指定の蓄電池電圧に変換可能です。120V を発電させ、遠距離配線が可能で 12V に自動的に制御出来ます。

12. ノズル選定に関し （高さ、流量、ノズル口径の関係表は8ページです）

最適発電量を得られるノズルの口径は、高低差と流量の関係で決定します。しかし現場は全て異なりますので、機器付属のノズルを試験し最適な物を見出し最大の効果を試します。2 個以上のノズルの機器の場合、両方を同じにする必要はありません。

ノズルとホースを連結する、アダプターがあり、ノズル側は $\frac{1}{2}$ "メス ねじ山で、反対側のホース用は $\frac{3}{4}$ "ねじ山です。密着接続させ、効率を維持します。



13. ベアリング交換

使用されているベアリングは#6203 ， 2 個で、ご自分で交換可能です。機械振動が激しく、雑音がある場合、交換が必要です。又、今まで順調に動いていたのに、音がやかましくなったり、機械が振動した場合、交換時期です。ベアリングは軸にプレスフィットで挿入されています。外すにはプラーが必要です。はめるにはプレスが必要です。

14. 実験風景写真



左側のホースは使用されていません。1ノズル試験状況です。

15. 銅線抵抗表

銅線の抵抗値表(オーム)

Wire Gauge	Diameter Inches	Ohms per 1000'	Ohms per Mile
0000	0.460	0.05	0.26
000	0.410	0.06	0.33
00	0.364	0.08	0.42
0	0.324	0.10	0.52
2	0.258	0.16	0.84
4	0.204	0.25	1.34
6	0.162	0.40	2.13
8	0.128	0.64	3.38
10	0.102	1.02	5.38
12	0.081	1.62	8.56
14	0.064	2.58	13.6
16	0.051	4.10	21.6
18	0.040	6.52	34.4

ゲージ インチ直径 304M でのオーム 1.6km でのオーム

16. パイプ内部軋轢抵抗表

配管での摩擦抵抗ロス値表 (PVC 管)

30.48 メートル長さでの 0.3 メートル毎のヘッド厚損失 (GMP=ガロン/分=3.78544 リッター/分)

Flow US GPM	Pipe Diameter, Inches										
	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10
1	0.05	0.02									
2	0.14	0.05	0.02								
3	0.32	0.09	0.04								
4	0.53	0.16	0.09	0.02							
5	0.80	0.25	0.12	0.04							
6	1.13	0.35	0.18	0.07	0.02						
7	1.52	0.46	0.23	0.08	0.02						
8	1.93	0.58	0.30	0.10	0.04						
9	2.42	0.71	0.37	0.12	0.05						
10	2.92	0.87	0.46	0.16	0.07	0.02					
11	3.50	1.04	0.53	0.18	0.07	0.02					
12	4.09	1.22	0.64	0.20	0.09	0.02					
14	5.45	1.63	0.85	0.28	0.12	0.04					
16	7.00	2.09	1.08	0.37	0.14	0.04					
18	8.69	2.60	1.33	0.46	0.18	0.07					
20	10.6	3.15	1.63	0.55	0.21	0.09	0.02				
22	12.6	3.77	1.96	0.67	0.25	0.09	0.02				
24	14.8	4.42	2.32	0.78	0.30	0.12	0.04				
26	17.2	5.13	2.65	0.90	0.35	0.14	0.05				
28	19.7	5.89	3.04	1.04	0.41	0.16	0.05				
30	22.4	6.70	3.45	1.17	0.43	0.18	0.05				
35		8.90	4.64	1.56	0.62	0.23	0.07				
40		11.4	5.89	1.98	0.78	0.30	0.09	0.02			
45		14.2	7.34	2.48	0.97	0.37	0.12	0.04			
50		17.2	8.92	3.01	1.20	0.46	0.14	0.04			
55		20.5	10.6	3.59	1.43	0.55	0.16	0.05			
60		24.1	12.5	4.21	1.66	0.64	0.18	0.07	0.02		
70			16.6	5.61	2.21	0.85	0.25	0.09	0.03		
80			21.3	7.18	2.83	1.08	0.32	0.12	0.04		
90				8.92	3.52	1.36	0.39	0.14	0.07		
100				10.9	4.28	1.66	0.48	0.18	0.07	0.02	
150				23.2	9.06	3.50	1.04	0.37	0.16	0.05	
200					15.5	5.96	1.75	0.62	0.28	0.07	0.02
250					23.4	9.05	2.65	0.94	0.42	0.12	0.05
300						12.6	3.73	1.34	0.58	0.16	0.05
350						16.8	4.95	1.78	0.76	0.21	0.07
400						21.5	6.33	2.25	0.97	0.28	0.10
450							7.87	2.81	1.20	0.32	0.12
500							9.55	3.41	1.45	0.42	0.14
550							11.4	4.07	1.75	0.48	0.16
600							13.4	4.78	2.05	0.58	0.18
650							15.5	5.54	2.37	0.67	0.23
700							17.8	6.37	2.71	0.76	0.25
750							20.3	7.22	3.10	0.86	0.30
800								8.14	3.50	0.97	0.32
850								9.11	3.89	1.08	0.37
900								10.1	4.32	1.20	0.42
950								10.8	4.79	1.34	0.46
1000								12.3	5.27	1.45	0.51

配管での摩擦抵抗ロス値表(ポリエチレン管)

30.48 メートル長さでの 0.3 メートル毎のヘッド厚損失 (GMP=ガロン/分=3.78544 リッター/分)

Flow US GPM	Pipe Diameter, Inches							
	0.5	0.75	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	1.13	0.28	0.09	0.02				
2	4.05	1.04	0.32	0.09	0.04			
3	8.60	2.19	0.67	0.19	0.09	0.02		
4	14.6	3.73	1.15	0.30	0.14	0.05		
5	22.1	5.61	1.75	0.46	0.21	0.07		
6	31.0	7.89	2.44	0.65	0.30	0.09	0.05	
7	41.2	10.5	3.24	0.85	0.42	0.12	0.06	
8	53.1	13.4	4.14	1.08	0.51	0.16	0.07	
9		16.7	5.15	1.36	0.65	0.18	0.08	
10		20.3	6.28	1.66	0.78	0.23	0.09	0.02
12		28.5	8.79	2.32	1.11	0.32	0.14	0.05
14		37.9	11.7	3.10	1.45	0.44	0.18	0.07
16			15.0	3.93	1.87	0.55	0.23	0.08
18			18.6	4.90	2.32	0.69	0.30	0.09
20			22.6	5.96	2.81	0.83	0.35	0.12
22			27.0	7.11	3.36	1.00	0.42	0.37
24			31.7	8.35	3.96	1.17	0.49	0.16
26			36.8	9.68	4.58	1.36	0.58	0.21
28				11.1	5.25	1.56	0.67	0.23
30				12.6	5.96	1.77	0.74	0.25
35				16.8	7.94	2.35	1.00	0.35
40				21.5	10.2	3.02	1.27	0.44
45				26.8	12.7	3.75	1.59	0.55
50				32.5	15.4	4.55	1.91	0.67
55					18.3	5.43	1.96	0.81
60					21.5	6.40	2.70	0.94
65					23.8	7.41	3.13	1.08
70					28.7	8.49	3.59	1.24
75					32.6	9.67	4.07	1.40
80						10.9	4.58	1.59
85						12.2	5.13	1.77
90						13.5	5.71	1.98
95						15.0	6.31	2.19
100						16.5	6.92	2.42
150						34.5	14.7	5.11
200							25.0	8.70
300								18.4

参考資料 : 蓄電池容量の考え方

DC 小水力発電に際し、どの程度の容量の蓄電池を準備したらよいか??

- 及び 蓄電池の注意事項 -

始めに:

太陽発電や風力発電の技術案内では、どの程度の容量の蓄電池が必要かに関する情報は多々見受けられます。やり方は、①先ず自分の使いたい電気容量を計算し ②その次に雨天や四季、日照データを考え、溜め込む電気の容量や、必要な太陽パネルの容量が計算出来ます。

一方 DC 小水力発電の場合、24 時間 360 日連続運転が可能な為、得られる電力を先に計算し、その後、自分の使用目的で蓄電池容量を決定しますが、個々の場所の状況がすべて異なる為、技術ガイドを探しても、不可能に近いほど、見受けられません。これは多分一箇所として同じ環境が無い為、目標を絞り込んだ解説は出来ない為、蓄電池容量の計算は各ユーザーの判断で行われているのが実情だと言えます。この資料は初めてマイクロ水力を始められる場合に少しでも参考になればと思い筆を取りましたが、以下の情報が全てを網羅する訳でなく、臨機応変に対応下さい。蓄電池技術解説は蓄電池メーカーにお問い合わせ下さい。

1)どのような蓄電池が適切?

先ず蓄電池はデープサイクル鉛酸型をお勧めします。状況に応じ既定以上に電気を消費する場合があります。発生し、放電率が深くなる場合が多々見受けられ、その場合デープサイクル型は、放電深度が深くても、充電することにより回復が可能です。価格は高いですが、長期使用が可能な為、最終的には経済的です。一方自動車用の安価な蓄電池は過放電では短期に寿命を終えます。自動車を使用の方は、2 年毎に取り替える経験をご存知ですし、ライトの消し忘れで、泣かれたこともあるでしょう。自然エネルギーを愛好される方は、蓄電池の放棄を可能な限り、無くしたいとお考えのはずです。

2) 12/24/48V どの電圧が最適?

一番身近な電圧は 12V とお考えです。しかし大容量の場合、必要な電線は太くなり、安全ヒューズもありません。例えば 12V を 200W 発電の場合、流れるアンペアは 16.6A です。通常の安全ヒューズは 20A とすると 240W 発電程度なら 12V が有利です。もし 500W とすると 12V では 41A 必要です。そうなれば 24V システムが適切です。この様に W,V, A の関係をお考え下さい。

3)太陽発電の制御器は使用不能

マイクロ水力を手がけられる場合、太陽発電を行われた方もおられます。しかし太陽発電での部品が余っているからとして、太陽発電の制御器を水力に利用しないで下さい。太陽光発電の場合、蓄電池に取り付けられる制御器は、電圧をモニターし、規定電圧に蓄電池が到達した時点で、入力を停止します。つまり On-Off 運動を行います。この動作を水力発電で行いますと Off の時点で、発電機では負荷がなくなる状態の為、過回転を引き起こし、電圧が急激に上昇し、発電機のコイルを破壊します。同時に太陽パネル用制御器を破壊します。もし水力発電システムから、蓄電池を外した場合、システム電圧は蓄電池の負荷がなくなり、急激に 3 倍以上の電圧に上昇します。これは基本的に非常に危険な状態と言えます。従って、水力発電の場合、負荷を切り離すことは決して行ってはなりません。又蓄電池での作業には細心の注意が必要で、発火、酸の飛沫、電気ショックの危険と隣り合わせです。もしご自分に経験がない場合、近所の電気店に作業を依頼されることを強くお勧めします。自然エネルギー利用を実行される皆様にとって、最初に工事される場合、安易にお考えになり、そのため重大な事故を引

き起こされる場合が見受けられます。

もし、結線回路のミスにより、事故を引き起こし、接続器具の破損を引き起こされても、販売会社には何の責任もありません。また、急激な電圧上昇により、人的被害が発生しても、その責任は工事を行った個人の自己責任です。

4)電圧制御の必要性

マイクロ水力の目的は連続して充電し続ける事で、時には電池群の容量が小さすぎる事態が生じます。過充電防止の為、頻繁にダミー負荷に振り替える状況に陥ります。このような場合、直ちに蓄電池容量を増やすか、増設不能の場合、安全の為、2次の電圧制御機構を設けられる事をお勧めしています。例えば制御器が一個で頻繁に作動するような状況が長期間発生した場合、自然的に制御器は故障し、ダミー負荷は作動せず、過剰分を引き受けられなく、その為蓄電池電圧は上昇し続け、インバーターに高電圧を供給し(多くの場合インバーター内部の発火を引き起こし)蓄電池その物も破壊されます。そうすると発電機も破損します。この故障を防止する為に、制御器を2台設置し、一台は低電圧作動用、もう一台を高電圧作動用にします。風力や太陽発電の場合、元来蓄電池群は大容量を必要とし制御器は(作動確認は常に行うことで)一台で済みますが、水力の場合24時間運転が目的だけに、2個の制御器の設置が安心と言えます。そうすれば安心して旅行にも出られます。

5)ここで オームの法則から Ah を得る

蓄電池の容量は Ah で表現されています。アンペア・時です。

例えば 蓄電池価格を調査される場合先ず電圧を指定しなければなりません。12V, 24V, 48V 等です。その次に来るのが Ah です。例えば 200Ah を探された場合、その電池は 10A の電流を 20 時間流し続ける余裕があるという意味です。

*)オームの法則: $\text{ワット} = \text{電流} \times \text{電圧}$
この法則から $\text{Ah} \times \text{電圧} = \text{ワット}$

$$A = \frac{W}{V}$$

例えば 200Ah の蓄電池が 48V 仕様の場合、完全充電状態で使用可能な電力は $200 \times 48 = 9,600\text{W}$ となります。 * * * * * しかし * * * * * 蓄電池でのエネルギーロス, DC-AC インバーターのロスがあり有効可能使用電力は、発電機端子での電力から 20%差し引いて計算したほうが実用的です。

6)実例

500W 発電を計画しました。得られる電力は $500 \times 0.8 \times 24 \text{時間} = 9,600\text{Wh}$. 48V 電圧を使用すると一日で貯めこめる Ah 量は 200Ah です。もし一時間に 400W 使うのであれば、200Ah の蓄電池を持てば、充電は即使用電源となり、安定した状態が生まれます。この場合蓄電池は 100Ah を 2 個並列に繋がる事をお勧めします。理由は: 2 台の蓄電池を並列結合する事により、一個の蓄電池で全て賄う事の危険性より、2 台に分散する安全確保です。(端子接触不良事故、又は片方が壊れても、もう片方で負荷を引き受け、発電機の過回転防止など、安全のために非常に有利です)

7)可能な限り、蓄電池を長く使いたい。それも、実例の 400W 以上必要な時も使用したい。

この場合黄金比率 10:10:10 を頭に置いて下さい。この 10 の各意味は 10 年使用し続けるのであれば、放電(使用電気)は完全充電量の 10%に留め、同時に充電も常に消費分を補う 10%とする。例は以下の通りです。

48vdc、500W 発電を所有しました。この 10:10:10 の比率を生み出すには、200Ah の蓄電池 2 台(上記実例は 200Ah でしたが)を用意しました(平行結合です=総計 400Ah)。勿論先ず 2 台の蓄電池を満タンにします。そうすると: $200 \times 2 \times 48 = 19,200\text{Wh}$ が全体使用可能量となります。その 10%を使う訳ですから $1,920\text{Wh}$ が使えます。しかし発電機が常に充電しているので $1,920 + 400 = 2,320\text{Wh}$ が時間単位で取り出せます。その後、なくなった容量を充電し、元の満タンにします。しかし、10:10:10 の比率は大幅に崩れる場合が実際には多く(水が少なくなる場合、事故発生、電力消費増大等)蓄電池の寿命は 5-7 年に短縮されるかも知れません。蓄電池の健康状態を常に監視し、もし電力不足とした場合、発電機を大型に変更できない場合が殆どですから、消費を抑える必要があります。目安として(5)で述べた 20%ロスを可能な限り減らす努力も必要です。

参考全体配線図

