

目次

- 【§1】 まえがき
- 【§2】 水車の悲鳴
- 【§3】 水車を造るにあたって
- 【§4】 水車の設計
- 【§5】 歯車の設計
- 【§6】 発電装置
- 【§7】 2400φ 水車全体図&部品表



上掛け水車：2200φ
(本社事務所)



胴掛け水車：2400φ
(金井・毘沙門水)

【§1】 まえがき

日本における水車の歴史は千数百年前から農業用揚水・精米・穀類の粉挽き、近世における油搾り・酒造業・鉱山・織物用水車へと派生し、幕末・明治期の近代産業の動力用水車とに発達し、大正末期から昭和初期にかけて全盛期を迎える。

昭和10年代後半には、日本に4万余の水車が稼働していたと思われる。昭和20年頃から水車の減少が始まり、昭和末期には200から300機程度と考えられたが、平成に入り徐々に増えている。しかし今日においては現役の水車大工は日本にいないと考えられる。全国に水車がたくさん有った時代は何代にも続く水車大工が技術の伝承・最新技術の導入と創意工夫していたが、水車の衰退により技術の伝承は途絶えてしまったと言える。大工が興味本意のみで水車を造るのでは本物の水車は造れない。水車は、材質が木であるか金属であるかの違いこそあれ、機械要素の集まりには変わらない。従って、機械工学を理解した者が設計・製作しなければ本物の水車は造れないのである。

仕事する水車 粉挽き 発電 15年間稼働中
 粉挽き：15年間でコシヒカリ 約6トン
 発電：6,120kw/15年間 (50w/hr × 24hrs × 340days/year/15years)



平成8年8月24日から連続稼働



粉挽き石臼



杵つき部



振るい装置駆動伝達歯車



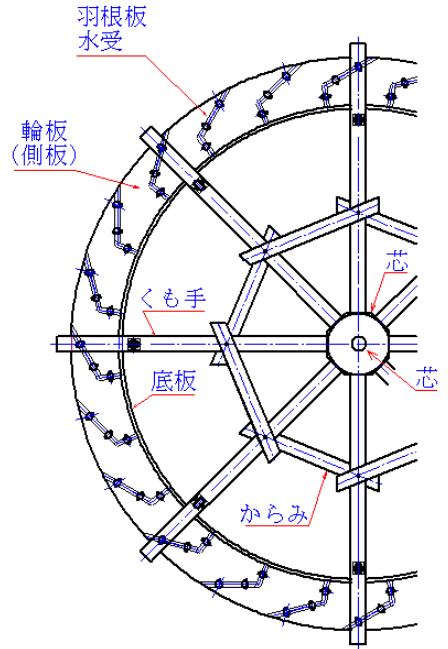
振るい装置増速部



回転する発電機

【§2】 水車の悲鳴

1. 水車が「ギー」、「ダダゴト」と音を発していないか。こういう場合、各部にガタが発生し、楕円になり、一回転毎に加速減速で弱い所にダメージを与え、最終的には輪板部が脱落する。
⇒原因は構造的欠陥である。
2. 設置してから5年も経たないうちに水車を造り直さざるを得ない。
⇒原因は木材選定ミス 及び 構造設計のミス である。
3. 水車に力がなく、目的の仕事が出来ない。
⇒原因は軸受け部の「転がり摩擦抵抗」が大きすぎる。
全体設計のミスである。



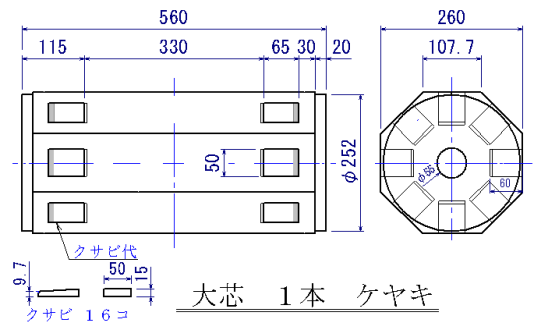
水車の各部名称

【§3】 水車を造るにあたって

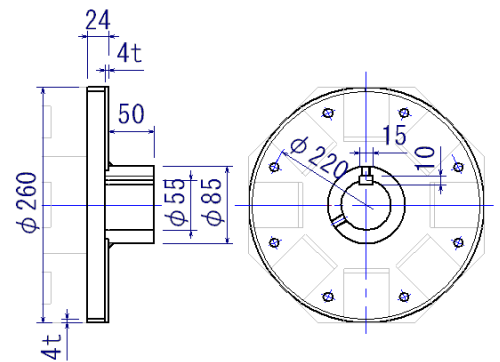
1. 水車の設置目的を決める。
⇒精米 or 粉挽き or 動力(発電) or 観賞用
2. 水車の設置場所を決める。
3. 水量と高低差を調べる。
⇒自然水源がない場合は循環方式で行う。
4. 水車の形態を決定する。
⇒上掛け水車 or 胴掛け水車 or 下掛け水車
5. 水車の大きさを決定する。
⇒水車径 及び 水車幅

【§4】 水車の設計 (水車設計の注意点)

1. 水車本体の材質はヒノキ、ヒバ、赤松などの心材(あかみ)のみで製作する。
2. 水車の芯はケヤキ、ヒノキ、ヒバなどの心材(あかみ)のみで製作する。
3. 水車製作で一番難しいことは、円にすることである。(円でない状態(楕円)は一回転毎に加速・減速を繰り返し水車寿命を短くする。
4. 組立前に輪板部アッセンブリー重量を量り、対角部と同重量にする。
5. 水車は回転運動における遠心力で輪板部が外に飛出そうとする。くも手と輪板の接合部の設計には留意すること。(釘打ち、木ねじのみで抑えることは不可。)
6. からみとくも手と芯がお互いに引き合う三角形にする。からみとくも手結合はボルト等のみでは不十分である。からみ部の切込みにおける切込み面接触も行う。
7. 軸受けはJIS転がり軸受けにすることが望ましい。木質の芯と金属シャフトの結合は確実にする。
8. シャフトを使用する場合 芯部にシャフト用穴加工が必要になる。この加工は旋盤加工で行う。加工後、シャフト及び抑え金具を装着し、芯部の8各面の最終仕上げを行う。
9. 防腐処理は組立前に2回、組立後に1回行う。
10. 金属部をなるべく見えないようにする為、木質でカバーをする。
11. 水車寿命として20年を目標とする。
12. 地元の製材所・大工・建具屋、鉄工所の能力を活用し、CAD設計者の協力を得て製作することが望ましい。



大芯 1本 ケヤキ

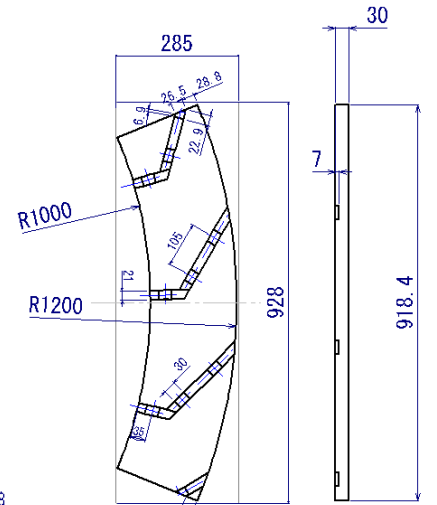


大芯押え金具 2枚SUS304

【§4】 水車の設計 (輪板の製作)

※下図は上掛け水車 又は 胴掛け水車用 2400φの図面

1. 可能であればCADで1:1図面を印刷する。
2. R1200を書ける特製コンパスを作る。
(鉛筆、ボールペン、切り出し刃、取付け可能)
3. 輪板は30mm厚みで鉋仕上げする。
4. アクリル板等でテンプレートを作成し、板に墨つけする。
5. 溝加工用作業台を作り、小型ミソキリで加工後、ほぞ穴加工する。
6. 輪板は左右対象で各8枚製作する。



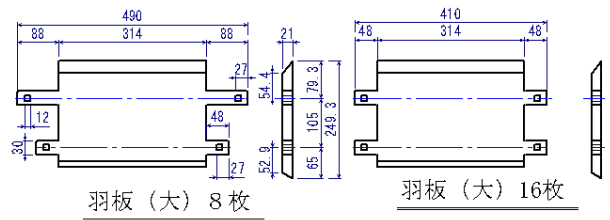
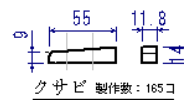
輪板 左右対称 各8枚

▼使用する道具

スライドマルノコ(305φ)、小型ミソキリ (三面仕上カッター、刃幅: 21mm)、マワシヒキノコギリ、ソリダイカンナ、ノミー式

【§4】 水車の設計 (羽板の製作)

1. CADで1:1図面を印刷する。
2. 羽板は21mm厚みで鉋仕上げする。
3. アクリル板等でテンプレートを作成し、板に墨つけする。
4. スライドマルノコで長方形及び傾斜面の切断。
5. カクノミでクサビ用穴開け加工する。
6. ほぞ部の加工。

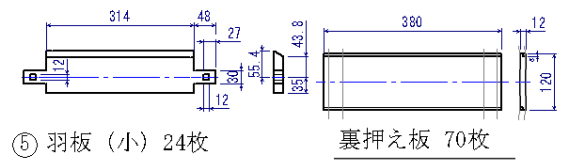


羽板 (大) 8枚

羽板 (大) 16枚

▼使用する道具

スライドマルノコ(305φ)、両刃ノコ、ノミー式 小型カクノミ、平カンナ

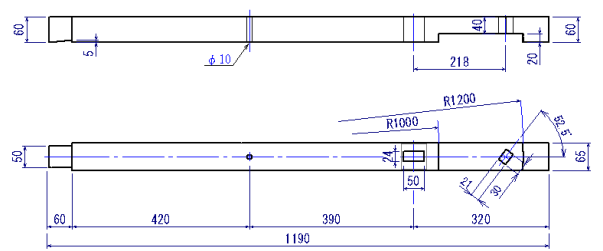


⑤ 羽板 (小) 24枚

裏押え板 70枚

【§4】 水車の設計 (くも手の製作)

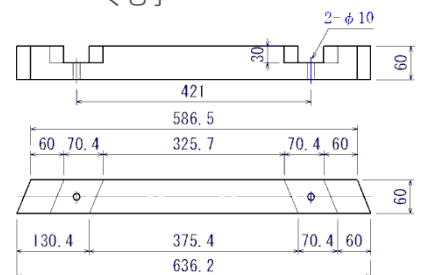
1. 輪板接合部はCADで1:1図面を印刷する。
2. くも手は60×65mmで仕上げをする。
3. アクリル板等でテンプレートを作成し、くも手に墨つけする。
4. 左右対象に各8本製作、間違わないように注意。



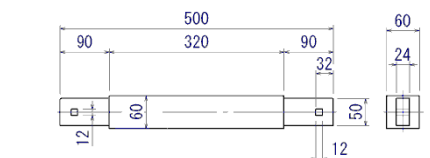
くも手

▼使用する道具

スライドマルノコ(305φ)、両刃ノコ、ノミー式 小型カクノミ、平カンナ、卓上ボール盤



からみ 16本



横からみ 8本

【§4】 水車の設計 (からみの製作)

1. CADで1:1図面を印刷する。
2. からみは60×60mmで仕上げをする。
3. アクリル板等でテンプレートを作成し、板に墨つけする。
4. スライドマルノコで加工。

▼使用する道具

スライドマルノコ(305φ)、両刃ノコ、ノミー式 平カンナ、卓上ボール盤

【§5】 歯車の設計

1. 水車形式・水車径及び水量で基本回転数が決まる。
2. 水車小屋内の使用目的で平歯車（増減速・回転変換）、かさ歯車（増減速・回転変換）のサイズを決定する。
3. 石臼の回転方向を間違えないこと。（一般的には左回転）
4. 歯車はケヤキなどの雑木で、歯部は刺し歯、あたり面は榎目あたりとする。
5. 加工誤差が発生するため設計時に充分なクリアランスを設ける。
6. 木材部への墨付けは難しい。可能であれば、CADで描いた1：1の図面を載せての墨付けが一番正確である。
7. 歯車本体への溝ほり加工用専用作業台を製作。



平歯車 回転変換

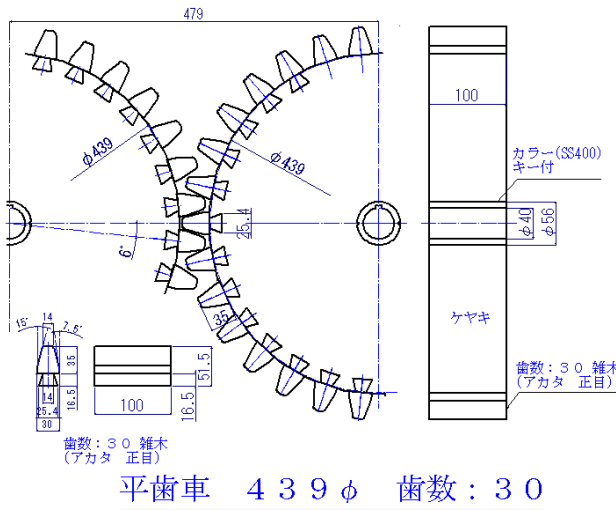


石臼用かさ歯車
15年間で、6トン粉挽き

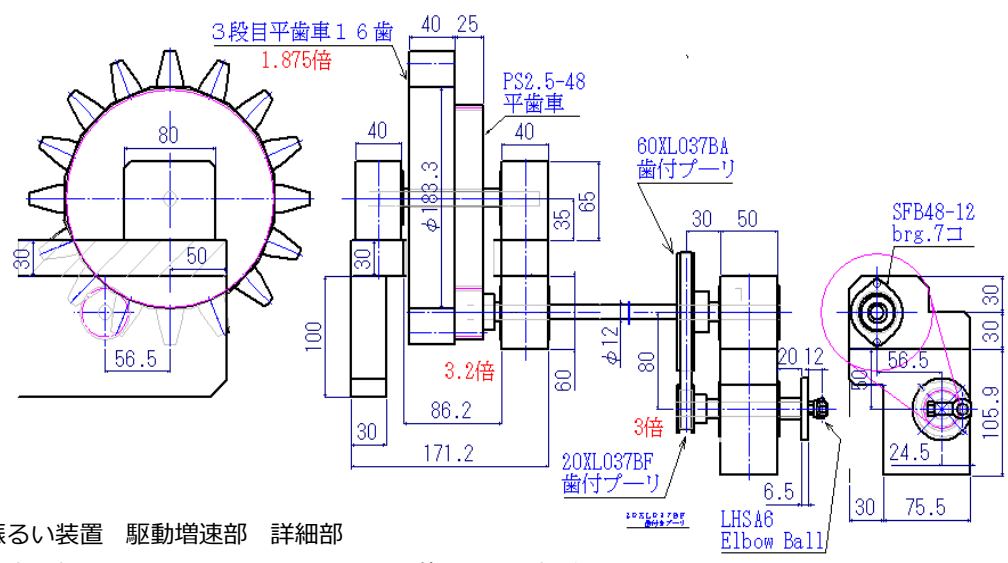
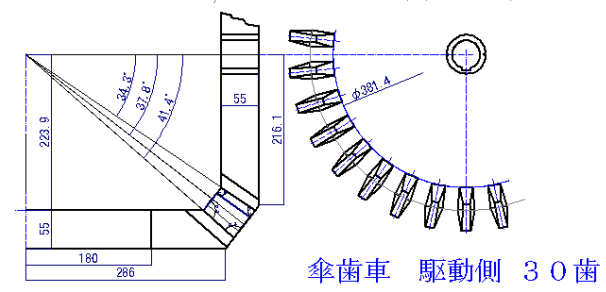
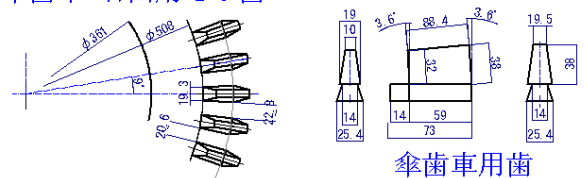
▼使用する工具

スライドマルノコ(305φ)、ルーター、
ビット（アリ溝ビット15L、スレートビット8φ）
ルータースタンド、ノミー式、平カンナ、ヤスリ等

※注意：歯車の歯は形状が小さいため、加工時、飛んだりして非常に危険です。



傘歯車 石臼用40歯



水車回転：16～20rpm×1.875×3.2×3倍⇒出力回転数：288～360rpm

【S6】 発電装置

水車軸受けは、JIS転がり軸受けを採用すると、極少量の水で回転する。粉挽き、杵つき作業をしない時は、水量が多すぎる場合、水車回転が高速になる。その場合、回転を抑えるために発電し、水車を低速にすることが望ましい。

増速目安：16~20rpm（水車回転数）

一段目増速：4~5倍

二段目増速：4~5倍

発電機回転数：256~500rpm

発電機：コアレス低速発電機を選定することが望ましい。

コントローラー： バッテリーへの「充電・出力コントローラー」を取付けること。

※粉挽き・杵つき時には発電機からコントローラーへの充電を停止するスイッチを設置する。

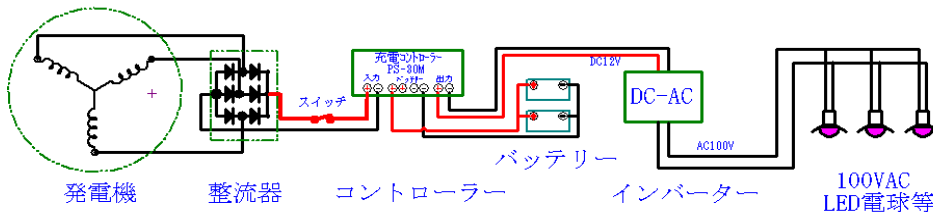


発電機



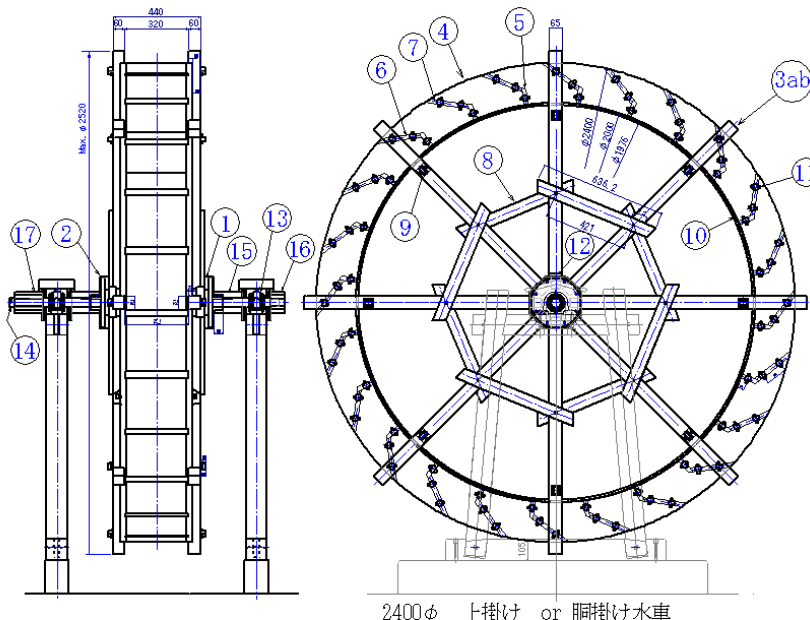
コントローラー

発電用タービンの回路図



発電用タービンの実験
外形：300φ 幅：130mm

【S7】 2400φ 水車全体図&部品表



14	シャフト50φ L:2450	SIS004	1	0	1
13	UCP210C Ball Brg. ID:50φ		2	0	2
12	クサビ(大芯用) 33 x 55 x 80	ケヤキ	16	2	18
11	クサビ(輪板用) 15 x 15 x 55	ケヤキ	160	20	180
10	裏押え板 150 x 390 x 15t	ヒバ	58	7	65
9	横からみ 63 x 63 x 500	ヒバ	8	1	9
8	からみ 63 x 63 x 650	ヒバ	16	1	17
7	羽板(大) 260 x 440 x 24t	ヒバ	16	1	17
6	羽板(大) 260 x 500 x 24t	ヒバ	8	1	9
5	羽板 100 x 440 x 24t	ヒバ	24	2	26
4	輪板 左右対象 285 x 928 x 33t	ヒバ	8x2	2	10
3a,b	くも手 63 x 68 x 1200	ヒバ	8x2	2	10
2	大芯押え金具 4t ね:14x9	SIS004	2	0	2
1	大芯 元径φ: □270 x L 600	ケヤキ	1	0	1
品番	品名	材質	実数	予備	合計
	木材寸法はかん加工寸法		数		量
名称	2400φ 胴上掛け水車 or 胴掛け水車 製作図				

▼その他、使用する道具（上記記載以外の道具）

仕上げサンダー、ジグソー、電動マルノコ（165mm）、充電式インパクトドライバー&ドリル、電子トリマ、電気ドリル等