但し γ は水1立方米の重量卽約1000キログラム

η はポンプの能率 0.7～0.8.

水管は其の管壁,屈曲,バルブ等に依つて水の流動に對し抵抗を與ふるもので其の抵抗の大いさは水の速度の關係に比例して增加するから水管內の水の速度は餘り大きくとることは良くない。風力揚水の場合には普通水の速度は 0.5～1.2 m/sec に取る。從つて管の直徑と C 水量との關係は大略第十七表に示す如きものである。

第十七表

水管の直經 m	水管の面積 m^2	水速 0.5～1.2 m/sce の時の水量 litre/sec.							
		V=0.5	V=0.6	V=0.7	V=0.8	V=0.9	V=1.0	V=1.1	V=1.2
0.050	0.001964	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
0.075	0.004418	2.2	2.7	3.1	3.5	4.0	4.4	4.9	5.3
0.100	0.007854	3.9	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9	8.6	9.4
0.125	0.012272	6.1	7.4	8.6	9.8	11.0	12.3	13.5	14.7
0.150	0.017671	8.8	10.6	12.4	14.1	15.9	17.7	19.4	21.2
0.175	0.024053	12	14.4	16.8	19.2	21.6	24	26.5	28.9
0.200	0.031416	16	19	22	25	28	31	34	37
0.225	0.039761	20	24	28	32	36	40	44	48
0.250	0.049087	25	29	34	39	44	49	54	59
0.275	0.059396	30	36	42	48	53	59	65	71
0.300	0.070686	35	42	49	57	64	71	78	58
0.325	0.082958	41	49	58	66	75	83	91	100

水管の直經 m	水管の面積 m^2	水速 0.5～1.2 m/sec の時の水量 litre/sec.							
		V=0.5	V=0.6	V=0.7	V=0.8	V=0.9	V=1.0	V=1.1	V=1.2
0.350	0.096211	48	58	67	77	86	96	106	115
0.375	0.110447	55	66	77	88	99	110	122	133
0.400	0.125664	63	75	88	101	113	126	138	151
0.425	0.141863	71	85	99	113	128	142	156	170
0.450	0.159043	80	95	111	127	143	159	175	191
0.475	0.177205	89	106	124	142	159	177	195	212
0.500	0.196350	98	118	137	157	176	196	216	233

かくして所要のポンプの馬力が判れば其の土地の利用風速から第十三章に述べた處に從ひ風車の大いさを決定する事を得る。此の樣に揚水量並に揚水頭と風車の大いさとは相關係したものであるから此等の關係を豫め表示してをくことは便宜である。第十七表は風速每秒4～5メートルに於ける種々な水頭（メートル）及び揚水量(1時間立方メートル）の關係を示したものである。

第十七表

風車の直徑 m	總揚水頭 m											
	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
2	4.8	2.8	1.45	0.95	0.7	0.55	0.5	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
2.5	7.2	4.3	2.15	1.45	1.1	0.85	0.7	0.55	0.4	0.35	0.3	0.2
3	10.–	6.–	3.–	2.–	1.6	1.3	1.–	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3

風車の直徑 m	總揚水頭 m											
	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
3.5	11.–	7.–	3.5	2.4	1.8	1.4	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.35
4	18.–	10.–	5.–	3.5	2.5	2.0	1.8	1.3	1.–	0.9	0.7	0.5
4.5	24.–	14.–	7.–	4.8	3.5	2.8	2.4	1.8	1.4	1.2	0.9	0.7
5	30.–	18.–	9.–	6.–	4.5	3.6	3.–	2.2	1.8	1.5	1.2	0.9
5.5	39.–	23.–	11.–	11.–	5.7	4.5	3.8	2.8	2.3	1.8	1.5	1.1
	揚水量 cb. m/h											

次に今迄述べたところに從つて自家用揚水裝置に用ふる風車の大いさ及び鐵管の太さ等を定めて見やう。

家族8人の用水量として1人1日80リットル宛とし總計

$$80\times8=640 \text{ リットル}$$

を使用するものとし、無風時を考慮して貯水槽には4日分の水を貯ふるものとする。然れば1日の揚水量は

$$640\times4=2560 \text{ リットル}$$

貯水槽は此の水量を容れるに充分でなければならないから3000リットルの容量のものとすれば直徑1.5メートル高さ1.8メートルの圓壔形に作れば良い。風は1日8時間吹くものとし井戸の水面

は地下7メートル貯水槽の上水面を地上5メートルとすればポンプの要する馬力は (61) 式に依り

$$HP=\frac{2.560\times1000\times(5+7)}{8\times60\times60\times75\times0.8}\fallingdotseq0.018$$

故に風車の大いさは利用風速毎秒3メートル以上なれば直徑2メートルで優に此の目的に添ふ事を得る。又使用する鐵管は水速を毎秒0.5メートルとし内徑15～20ミリメートルのものを用ふれば良い。此の時生する摩擦水頭は鐵管の長さが短いから極僅かである。

少しく規模の大きなものとして住民2000人に對し1日120立方メートル(1人當り60リットル)の給水を行ふものに就いての設計を試みやう。

給水槽の高さを水面から60メートル、1日の作業時間を8時間とすれば、1時間の揚水量は 120÷8=15立方メートル、ポンプの所要馬力は

$$HP=\frac{15\times60\times1000}{75\times60\times60\times0.8}=4$$

利用風速4～5メートルを得るものとすれば風車は直徑10メートルのものを選べばよい。(第十表參照) 風速が利用風速より上つた時並に作業時間が長くなつた時には揚水量は增す故貯水槽を充分大

きくとれば豫備機關の運轉費を儉約する事が出來る。然し無風時の斷水を考慮し別に8馬力の石油發動機を備へる。此の裝置の設備費及び運轉費を1913年の獨逸物價に準じて擧げれば、

設備費概算

深さ10メートルの深井戸鑿井	2000マーク
高さ10メートルの鐵塔	1200 〃
直徑10メートルの風車	3800 〃
8馬力石油發動機	2400 〃
複働ポンプ	600 〃
480 立方メートルの貯水槽	7200 〃
揚水管全長 100メートル單價 3.5 マークとして	350マーク
配水管全長 2000メートル單價 2.5 マークとして	3000マーク
總計	20550マーク

經營費

資本利子 5%として	1027.50マーク
償却費 8%として	1644.00 〃
修繕費	60.00 〃

1年約4320立方メートルの水量を揚水するため34560馬力·時を要するが15%の損失を見込み1年

3456+5184=39744馬力時を必要とする。1馬力時當り滑油ボロ等0.02マークを要するものとすれば

	691.20マーク
監督手當	150.00 〃
總計	3572.70マーク

故に1馬力·時の單價 $\frac{3572.70}{39744} \doteqdot 0.09$ マーク

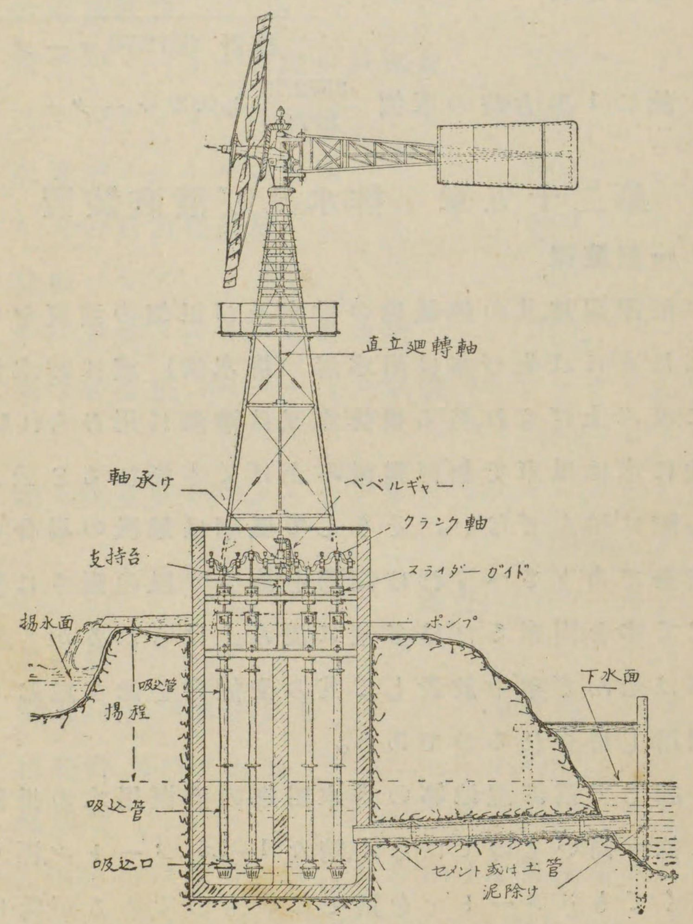
第二十五章　排水及び灌漑裝置

一般裝置

沼澤、濕地、其の他低地の排水及び田畑の灌漑を行ふためには先づ水は用水溝（排水溝）或は貯水池に汲み上げられ、然る後排水又は灌漑に用ひられる。故に水は風車で如何程汲み上げても溢れると云ふ心配は殆んどない。そうして風車は暴風の場合に安全でありさへすれば調節を施さず、風の強さに應じて水を出來るだけ多量に汲み上げられるから、風車は殆んど年中放置して其の全能力を餘す處なく利用し得られるのである。

總じて沼澤濕地等の排水田畑の灌漑用水の揚程は餘り高いものではなく、精々1～1.5メートル、極く高くても3メートルを出でないものであるが此に反し水量は多量に汲み上げる必要がある。灌漑用

水は流水又は井泉から貯水池に風のあるにまかせて揚水するのであるが、灌漑面積の多少に依りポンプの容量、從つて風車の大いさが異つて來る。

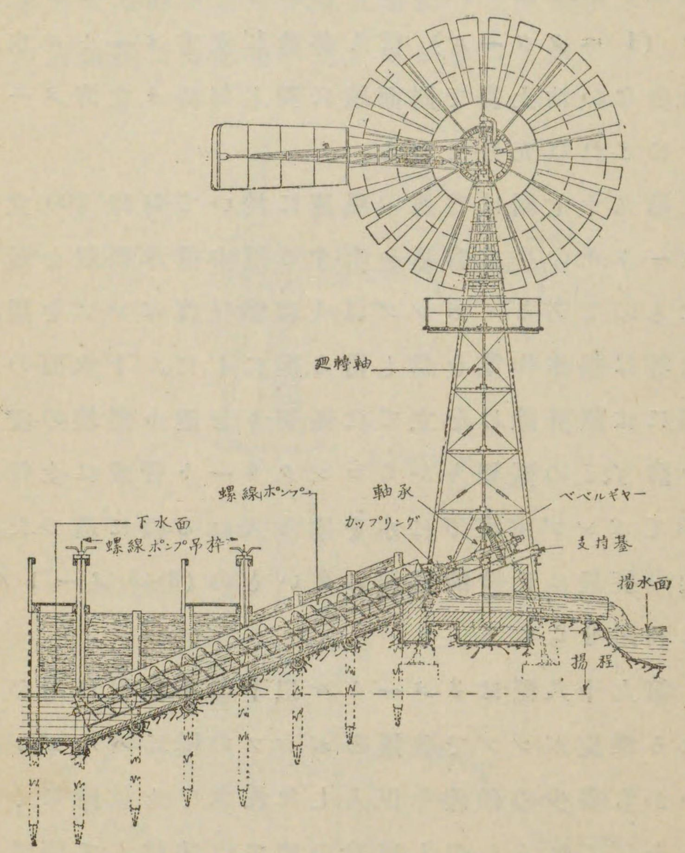


第九十七圖

灌漑用の水量は土地の地質、季候等に依り一定ではないが、水漏の大きい砂礫質で 10,000 平方メートル (1 ヘクタール) 當り毎時12立方メートル水漏れ少ない粘土質で同面積に對し毎時 4 立方メートルにとれば充分である。

第九十七圖は普通の風速に於いて毎時 200 立方メートルの排水容量を有する風力排水裝置を示したものである。ポンプは 4 聯働往復ポンプを用ひ、均等な揚水作業を爲し得る樣にした。下水面の一部には塵芥除けを立てた區切りを造り塵埃の浸入を防ぎ、この區切りからコンクリート管或は土管を以てポンプ室直下に水を導き入れる樣に造つた。此の裝置は比較的揚程の高いもの (3～5 メートル) に利用せられる。

第九十八圖は 3 メートル以下の小揚程に用ひられる螺旋ポンプで普通のポンプの樣にバルブがないから多少の砂礫を混入した泥水でも故障なく汲み上げられる。但し寒冷の地では凍結して運轉不能に落入る恐がある。螺旋ポンプの据付けの傾斜角度は水平に對し 20° 前後が最も有効で螺旋は其の 2～3 捲は水面下に浸される樣に位置せしめねばならない。



第九十八圖

螺線ポンプの各部寸法及び能力並に此を運轉す可き風車の大いさとは次の表の通りである。

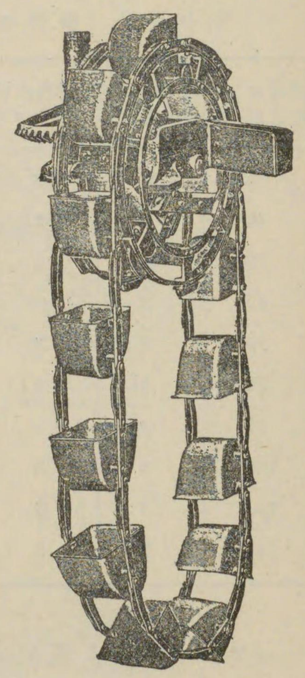
第十八表　螺線ポンプの能力及び運轉風車

螺線ポンプの直經 mm	螺線の板の厚さ mm	螺線槽の板の厚さ mm	廻轉數 毎分	揚水量 cb. m/h	揚程 1〜3 m に必要なる風車の直徑		
					1 m	2 m	3 m
350	3	2	120	60	1	5.5	6.5
400	3	2	100	120	4.5	6	7.5
500	3	2	80	180	5.5	7.5	9
600	3	2	70	240	6.5	9	10
700	3	3	60	300	7.5	10	11
800	3	3	50	360	8.5	11	12
900	3	3	45	450	9	12	
1000	3	3	40	540	10		
1200	3	3	35	780	11		
1400	3	3	30	1000	12		

バケット式揚水裝置も又排水裝置に用ひられる。第九十九圖は風車の竪軸よりベベルギヤーを以て此のバケットを運轉させて居る有樣である。

渦卷ポンプを風車で運轉することは以前から考へられたものであつたが渦卷ポンプは其性質上高速度の回轉を必要とするため風車には應用困難であつた。然し風の強い地方では近代風車を使用する事は依り此のポンプを利用し得られる樣になつた。北オランダでは既に渦卷ポンプを用ひ好成績を擧げて居るが其の設備方法は第百圖の如くポン

プを水中に横へ風車の直立軸或はこれより廻轉を取る他の直立軸に直結して運轉するのである。ポンプは水中にある故寒冷の候にも凍結の憂がない。此も矢張小揚程に用ふる事が多いが小揚程の渦卷ポンプとしては圖に示す樣なものでなく小揚程用竪軸ポンプを用ふる方が便利である。



第九十九圖

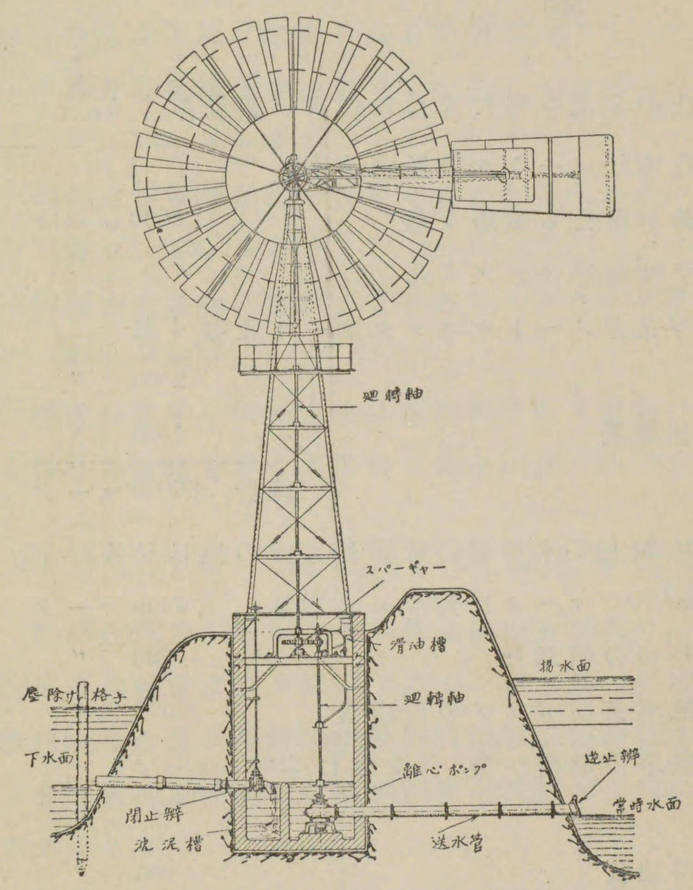
灌漑用水目論見

風力灌漑裝置の設備費及び經常費を參考のため 1913 年の獨逸物價に準じて次に擧げて見やう。

灌漑面積 1800 ヘクタール (18,000,000 平方メートル)。灌漑用水揚程を 1 メートル。灌漑水量毎時平均 1 ヘクタールに就き 1.33 立方メートル。風車の運轉 1 日 8 時間とすれば、1 日の揚水量は

$$1800 \times 1.33 \times 24 = 57600\ \mathrm{m}^3$$

揚程 1 メートルであるがポンプの損失摩擦等を考へ揚程を 1.5 メートルと見做し、風車の傳導率を 50



第百圖

% と見込めば必要なる 1 日の馬力時は

$$\frac{57600 \times 1.5 \times 1.5}{3.6 \times 75} \doteqdot 500\ \mathrm{HP.h/day}$$

故に要する馬力は、

$$\frac{500}{8} \fallingdotseq 60 \text{ HP}$$

此の要求を充たすために次の裝置をする。

直徑15メートルの風車4臺 此を据える鐵塔4基 竪軸渦卷ポンプ4基	6200マーク
30立方メートルコンクリート土臺4基	2500 〃
諸雜費	1500 〃
總計	66000マーク

此に對して1年間の經常費は次の樣になる。

66000 マークに對するの利息	2640マーク
1.5%の償却費	990 〃
風車及びポンプの修理費	500 〃
鐵塔の塗換へ費 (5ケ年に22400マーク)	80 〃
滑油代	200 〃
監視手當	300 〃
總計	4710マーク

故に1ヘクタールの灌漑費は

$$\frac{4710}{1800} \fallingdotseq 2.60 \text{ マーク}$$

此に對し他の動力に依つて此の灌漑作業を行ふ時は、當時次の樣な結果を示して居る。

60馬力蒸氣機關を使用せるとき1ヘクタール當り　5.25 マーク

60馬力重油發動機を使用せるとき1ヘクタール當り　4.52 マーク

60馬力電動機を使用せるとき1ヘクタール當り　6.80 マーク

彼樣に風車に依る方法は經濟的であり取扱ひにも何等の技術を要せず非常に都合が良いのである。

第二十六章　農業及び農業生産機械

風車に依つて運轉される農業機械及び其の副業的機械の種類は種々樣々である。卽ち藁切機械、脫穀機械、精米及び精麥機械、製粉機械、豆粕粉碎機械、蕪菁截斷機械、製繩機械、研磨機械、製材機械、木工諸機械等此である。

此等諸機械は農家に於いて季節的或は副業的に用ふるもので常時連續的運轉を要求するものは少ない。大體農家に於ける仕事は天候の如何に依り臨機變更する事の多いものであり、又或る期間內に或る程度の仕事を完成すれば良いと云ふ樣な性質

のものが多いのであるから風車が時々休止する場合があつても差支は起らない。例へば風雨の激しい時には特別の場合を除き耕作に出ることを止めて肥料用豆粕の粉碎を行ふとか或は納屋にて籾摺りを行ふと云ふ樣な屋內作業に從事し天候の回復を俟つて耕地に向ふ樣な場合はしばしば經驗するところである。彼樣な時には風車は却へつて出力を增加してをるので屋內作業は迅速に運ばれる。飼料用の藁や枯草の切斷の如きものは風の日に數週間の分量を切斷してをけば每日の手間が省け他の仕事に力を向けることが出來る。又急を要しない自家用或は賣却用の米麥の脫殼精白の如きは風のある時に仕事をして蓄へて置けば良い。藁細工の如きは北國にて冬季の農閑期に行ふことが多いが、此の時分裏日本では殆んど每日朔風の來襲を受け風力を得るには至つて便利である。要するに風は常時吹かなくても或る期間卽ち一ヶ月或は一ヶ年の間に得られる風力が相當の大いさのものであれば上記の農業諸機械を充分に運轉活用し得られるのである。

然し副業或は季節的作業にしても間渴的な動力供給を以てしては不都合を感ずることもある。此

の樣な場合には無風時に於いても動力を絕たぬ爲に動力の貯蓄方法を講せねばならない。其の方法としては風力に餘裕ある時に水を貯水池に汲に上げ無風の時水車を廻轉して動力を發生させるとか、或は風力發電機を以て風力を一度電方に換へ此を蓄電池に貯藏し無風の際此より電力を供給し電動機を廻はし動力を得る方法がある。此の後者の方法は最も理想的なもので此に就いては後章に述べるであらう。

偖て上記の諸機械は其の目的に從つて適當に組み合はせて風車小屋に設備するのであるが、其設備全部を一度に運轉すると云ふ事は稀であるから風車の大いさは其の土地の利用風速を以て必要な二臺或は三臺の機械を運轉するに足るだけに定めれば良い。風速が少し大きくなれば出力は激增し割合に多數の機械を運轉する事が出來る。

粉挽機は石臼式のものと2本のローラーの間で粉を挽くローラー式のものとあるが、此等の機械の大いさと必要な風車の直徑は第十九表及び第二十表に示す通りである。

第十九表　挽臼式粉挽機

挽臼の直徑 メートル	必要な風車の直徑 メートル
0.45	5
0.62	5.5
0.93	7.5
1.13	8.-
1.25	8.5
1.55	10～11

第二十表　ローラー式粉挽機

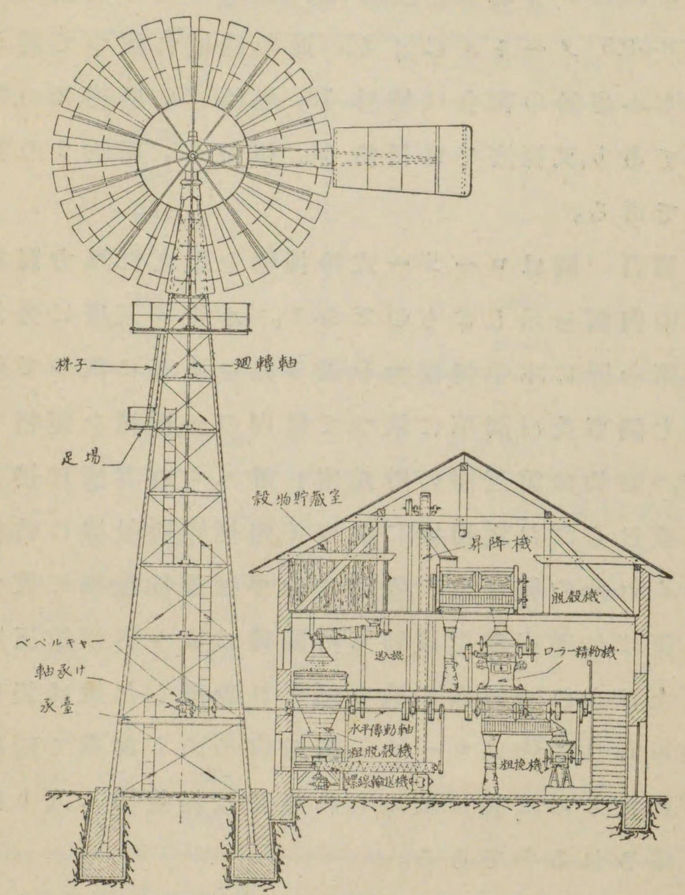
1時間の生産額		所用馬力	必要な風車の直徑
精挽 キログラム	粗挽 キログラム		メートル
150	450	1	5.5
200	600	2	7
300	900	2.5	8
450	1300	3.5	10
600	1800	5	11
750	2000	6	12

一式の製粉裝置には粉挽機の外に撰粒機、脫殼機、送出機等を設備しなければならないが此等を總括して運轉馬力はどの位かゝるかと云ふに、直徑 1.55 メートル（5 フート）の挽臼式粉挽機の附屬機械一揃を運轉するに水平式なれば 4～5 馬力、直立

式なれば5～6 馬力を要する。但し挽臼の周速は毎秒 8～9.5 メートルにとる。此の機械に依つて得られる小麥粉の割合は精粉 78, 粗粉 20, 廢物 2 の割合であり、又裸麥では精粉 75, 粗粉 23, 廢物 2 の割合である。

第百一圖はローラー式粉挽機を据えた風力製粉所の內面を示したものである。小屋は三層に分たれ第一層に水平運轉軸を置き此を風車に依つて廻轉し調車及び調革に依つて屋內の各機械を運轉する。穀物は第三層の貯藏室に貯へられ其底に接して設けられた送出機に依つて粗挽機、脫殼機に供給せられ此の機を出た穀物は水平螺旋輸送機に依つて運ばれ垂直輸送機卽ち昇降機に依り再び第三層に上げられ脫殼機に送り込まれ、脫離した殼は袋に納められ穀物はローラー製粉機に入り此處で精粉されたものは袋に納められ粗粉は粗挽機に入り碎き潰されるのである。

農家特に山間の農家にあつては薪の挽割り或は製板のために圓鋸を据えつけてをくのが便利である。圓鋸は直徑 300～1200 ミリメートルの大いさのものを選び其の周速度を毎秒 30～40 メートルにする。特に太い材木を取り扱ふ場合には平鋸を用ひ

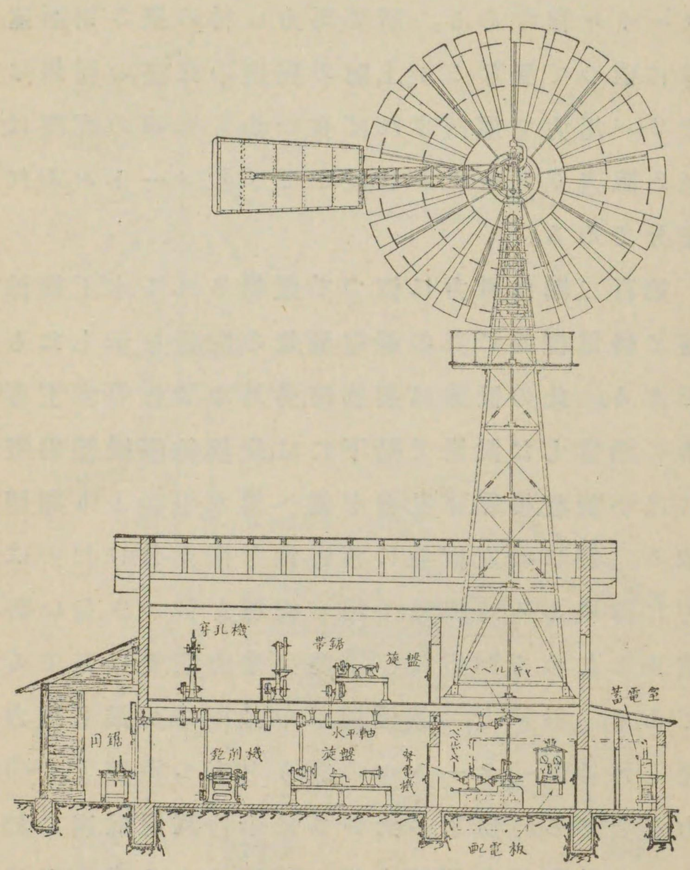


第百一圖

る。刃の往復回數毎分 100～120, 切込み毎往復軟木で 4～6 ミリメートル、堅木で 2.5～4.5 ミリメートル、挽割り面積毎時軟木で 9 平方メートル、堅木で 12 平方

メートル程である。所要馬力は材の堅さ切斷速度等に依つて異なるが上記の程度の直徑の圓鋸なれば 2～4 馬力で運轉すれば良いから風車の直徑は普通の風速 5 メートルに於いて 8.5 メートルあれば充分である。

第百二圖は風力に依つて運轉される木工機械數臺と發電機並に其の蓄電裝置の配置を示したものである。此の設備は指物師、荷馬車製作等木工專業者に適當した設備で階下には、旋盤、鉋削機、圓鋸、階上には小旋盤、帶鋸、穿孔機を備へ皆水平軸より廻轉を取る。別に發電機並に蓄電池を据え付けたのは風力に餘裕ある時或は工場の機械を動かさない時蓄電するためで點燈及び不時の動力需要に充てる考である。設備した諸機械の中鉋削機が最も馬力を要し毎秒 2～5 メートルの送りを有つ機械で 2～3 馬力を要する。風車の大いさは平均利用風速に於いてこの鉋削機を運轉し得る程度のものであれば良いから、風速平均毎秒 5～6 メートルの土地で風車は直徑 6.5 メートルあれば少しく風速が昇れば他の諸機械も同時に運轉することが出來る。若し風車がこの風速で風の方向に傾斜して運轉する樣に側面板を調節してあるならば風車の直徑は 7.5～8.5 メ

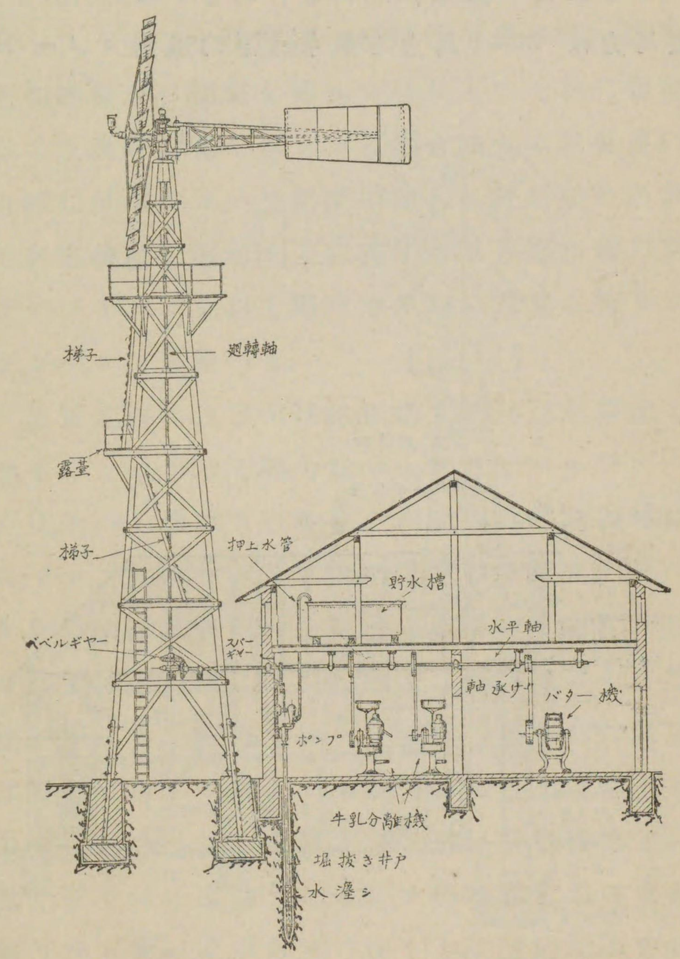


第百二圖

ートルを要するが風速の落ちた時でも猶ほ出力を減せずに運轉し得るの利點がある。

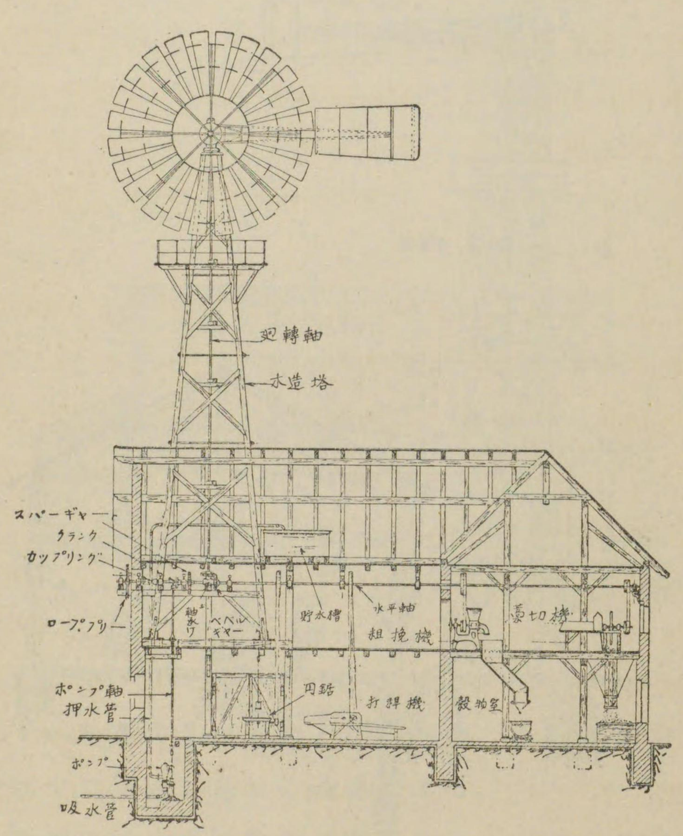
歐米に於いては牧牛が盛んであるために牛乳工業も又農業の副業として一般に行はれる。第百三

圖は練乳作業に用ひられる牛乳分離器、バター機の運轉配置を示したものである。此等の機械は回轉



百第三圖

數の早いものであるから傳働軸の廻轉の不同は頗る嫌ふ處である。故に風車で一度發電し此の電力に依り間接に機械の運轉を行ふ方がよろしい。所要馬力は 0.5～1 馬力で風車は平均風速 5 メートル



第百四圖

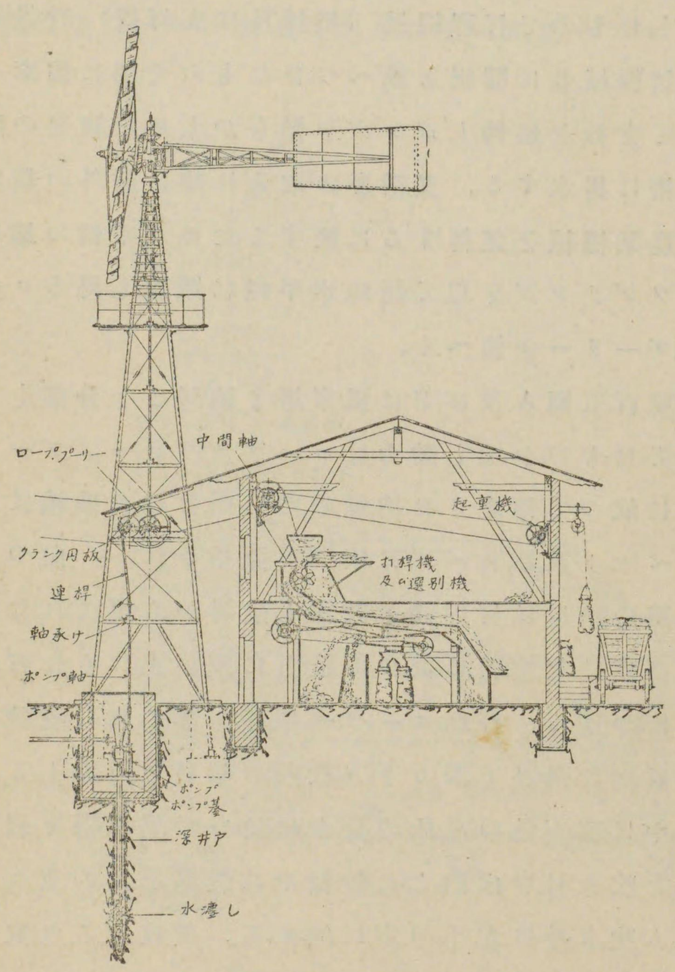
の時 5.5～6 メートルの直徑を有すれば所要に應じ得られる。

又第百四圖は農家の納屋に於ける實際的設備を示したもので打稈機械（稻扱及び麥打機）脫穀機、藁切機械、並に圓鋸を備へつけたもので別に齒車を以て支軸を廻轉しポンプを働らかしめ屋根裏の貯水槽に揚水する。又稻麥の取入れ時に屋外の農庭で農業機械を運轉するに便するため水平軸の端にカップリングを以て隨時水平軸に關連し得るロープ、プーリーを備へる。

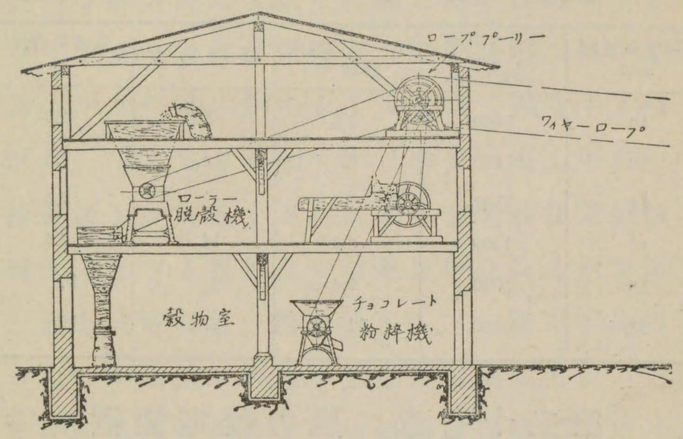
第百五圖 A 及び B は風車塔と納屋とを分離して建てたものを示し動力はロープ及びローププーリーに依つて傳達され納屋の內に据付けた機械は更にベルト及びロープに依つて運轉される。向つて A 圖の納屋は打稈機を設備し農場から運ばれた稻及び麥は起重機に依つて階上に運び上げられ打稈機にかける。打稈ローラーに打ち落された穀粒は傾斜面に沿ひて滑り下り數段の篩目を通過して袋の中に落ち込む。此の途中に於いて扇風機を以て風を吹き付け成熟した穀粒や籾殼等を其の重さに依り吹き分け左手の室に納める。穀粒をこき取られた藁及び屑は右手室內に溜まる。B 圖の納屋で

は脱穀機藁切機、チョコレート機を据え付け、いづれもベルトを以て廻轉せられる。

第百五圖の例の様に風車塔と機械の位置が離れ



第百五圖A



第百五圖B

てゐる場合にはロープを用ひるのが便利であるが、プーリーとプーリーとの距離は20～25メートルを手頃とし長くても100メートルを出でてはならない。100メートルを出る場合には中間に中繼を入れることにする。ロープの速度は馬力の小さいものは毎秒5～10メートル馬力の大きいものは20～25メートル迄に取る。プーリーの大いさはロープの100～150倍にするのが普通である。ロープと接するプーリーの溝は堅木又はクツターベルチャー以をて作る。次に掲げた表は風速毎秒約8メートルの時に於けるロープ其の他の寸法及び馬力の關係を示したものである。

第二十一表 ワイヤーロープの傳導馬力

ロープの直徑 mm	小さきロープ、プーリーの徑 mm	ロープの速度 毎秒 m	傳導馬力	風車の直徑 m
10	1000	5.2	2.8	5.5
12	1100	6.3	4.8	6.5
14	1300	7.3	8	7.5
16	1500	8.4	11	8.5
18	1700	9.4	16	10
21	2000	11	25	12

第二十七章 風力發電裝置

風力發電の効用

風力の強さは非常に動搖の激しいものであるから風車を以て發電機を運轉するのみでは實際上電氣を有用に使用する事は出來ない。發電機から得た電力を一度蓄電池に送入し蓄電池から更に外部に送電する考案が完成されて始めて風力發電が實際化されるのである。此の考案は1908年以後幾多の改良進歩が行はれ今日に至つたものでデンマークのラ・クール博士の如きは最も熱心に風力發電に就いて研究し自働逆流遮斷器其他の重要な裝置を發明しこの方面の進歩に一大貢獻をなした。今日ドイツのアルゲマイネ電機會社、シーメンスレユツケルト會社、スイツツルのオエリコン會社の如きは

精巧な風力發電裝置を作製し世界に供給するに至つて居る。斯樣な風力發電裝置を用ふれば風車の出力が如何樣に動搖しても又時に停止する樣な事があつても電力過剩の際は此を蓄電し不足の時は蓄電池より放電するから、風車で直接應用機械を運轉するよりも遙に良い結果を得られるのである。

風力發電裝置の出力は多くは一臺で20馬力以内のものが實用され、從つて應用方面としては自家用或は村落點燈用、農業用諸機械の運轉等に用ひられてゐるが數臺の風車を以て同時に發電し可なり長い送電網に向つて送電しつゝある風力發電所も建設されてゐる。本邦に於いては風力狀態が非常に有望の場所が少くないに拘はらず未だ利用の道の講ぜられてゐないのは極めて遺憾とするところである。今日僻陬の農村に動力を普及し農業勞作を機械の運用に俟つて生產能率を擧げることは目下の急務で、之に依り副業の餘裕を得られ、又昨今しきりに唱へられる電氣栽培等に依り農家の增收を計り得られるならば此に越した農村救濟の積極的方法はないであらう。且つ山間邊陬の地にも遍く文明の餘澤を享けしめるのは吾々の務であらねばならない。彼樣な立場から見る時は風力發電裝置は

將來必ず吾々に異常な貢獻をするに至るであらう。今迄の經驗に依れば毎秒6～7メートルの風速を一年2000時間以上得られるなれば優に發電裝置の收支は相償ふものであるから本邦に於いても風力發電は充分の可能性を有するものと信ずる。

發電裝置の要件と其構成

不安定な風力を利用する以上風力發電は次の要項を完備することが望ましい。

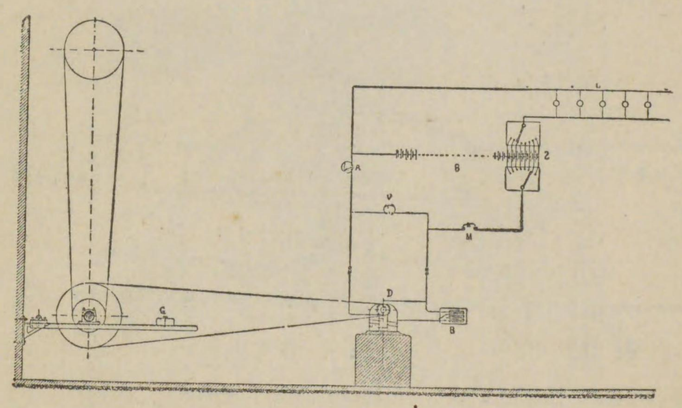
a.　發電機は成る可く不同の廻轉數を與へない樣に運轉するが、然し廣い範圍の回轉數で能率の左程に下降しない特別の捲方を施し廻轉數の增加が200%に至るも殆んど一定の電壓を以て充電作業を繼續し得ること。

b.　發電機の電壓が蓄電池の電壓よりも下つた時自働的に電流回路が絶たれて有害な逆流を防止し電壓が上れば自働的に回路が閉ぢること。

c.　蓄電池の容量は最大連續無風時に堪へ得る大いさを要すること。通例4日～5日分を用意する。

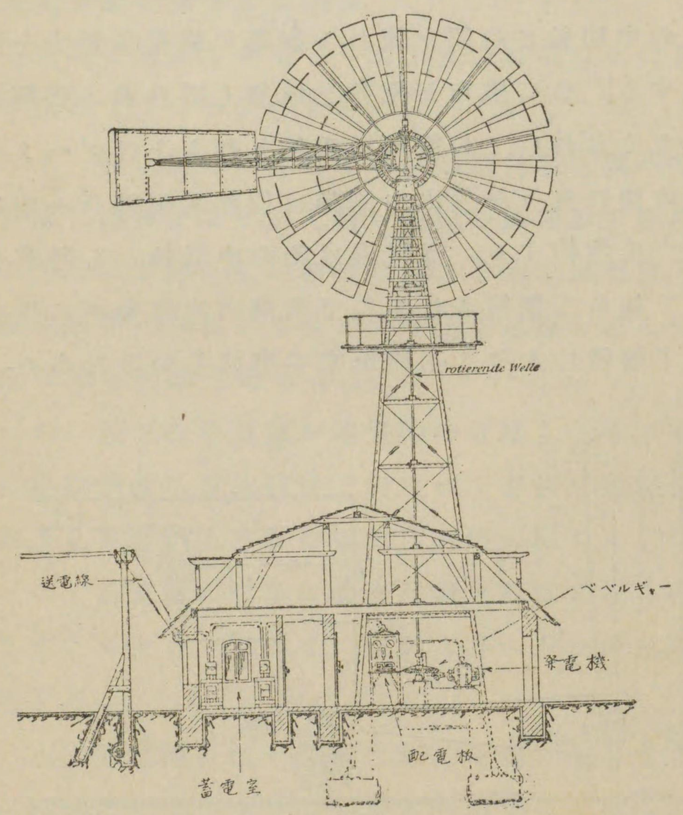
d.　發電機の電力過剩の時は外線に送電すると同時に充電作業をなし、發電力減ずれば自然に電池より補供し得る樣な結線にすること。

(a)の要求に對しては先づ發電機の回轉を成る可く一定に調節しなければならない。第百六圖はラ・クール博士の考案した機械的廻轉調節裝置で風車から受けた廻轉を先づ天井の水平軸に取り次に壁に支點を有するレバーに載せられた中間軸にうつす。レバーは一端に適當な重錘をかけ天井軸とこの中間軸との間を連ねる調革(ベルト)に適當な壓力を附與する。故に風車が廻轉を增加し天井軸の廻轉が激しくなればこの調革は重錘を持ち上げプーリーとの間に滑りを生じ中間軸は依然其廻轉を一定に保つて運轉する。發電機は此の中間軸から調革を以て初めて運轉されるので風車の速度如何に拘はらず廻轉に大なる不同を來す事はないのである。



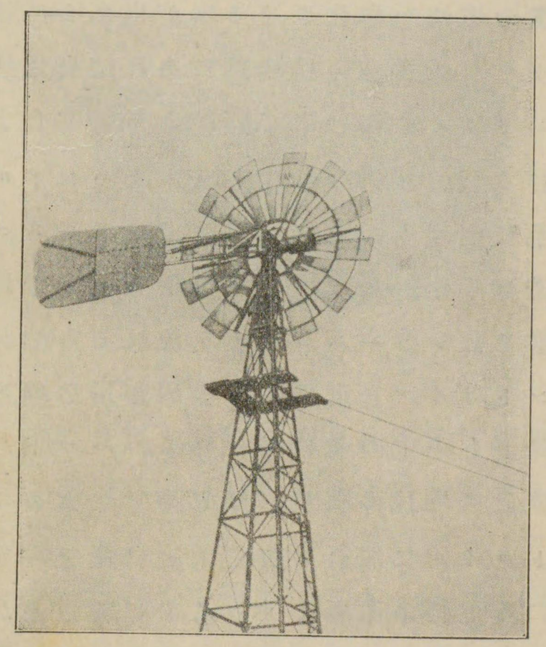
第百六圖

然し調革運轉ではプーリーとプーリーとの距離は少くとも小さいプーリーの6倍は必要であるから廣い場所を要し何段かの傳導裝置を置かねばならないから其の結果は大きな始動モーメントを必要とし運轉に不都合を來す。現在では廻轉の調節



第百七圖

は風車自身の側面板にまかせ、一段のベベルギヤーより成る傳導裝置を以て發電機を廻轉する。直立軸に固定するベベルギヤーは鑄鐵を以て作るが、此れと嚙み合ふ發電機軸のものは革を壓縮して作つたものを用ふれば衝激を防ぎ騷音を消すに有効である。第百七圖は此の方法に依りて運轉されてゐる發電所の圖である。發電機が極く小型のものであれば風車軸に接し鐵塔上に据えつける事もある。第百八圖は此の有樣を示したもので此の發電機は

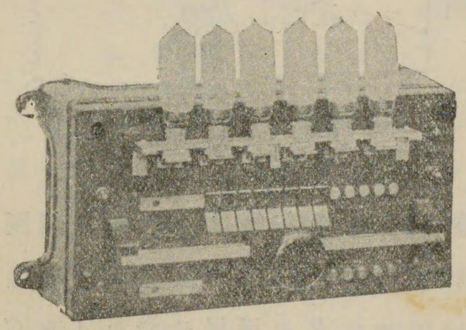


第百八圖

電壓 32～110 ボルト、出力は秒速 7.5 メートルの風速に於いて 2～3キロワットを發生し得るものである。

偖て發電機は或る程度の不規則な廻轉を受けても常に一定電壓を保たせるために逆捲コンパウンドダイナモを用ふ。此は第百十二圖に示す樣な構造を有するもので發電機のフイールドはシャントコイルの外に此と反對の勵磁作用をなすシリースコイルを有し、このシリースコイルは抵抗器を以て適當に其の電流を變化させる事が出來る。抵抗器のハンドルが最右端の接觸點にあれば發電機は全くシャントダイナモとして運轉し最も都合よい風速に於ける運轉狀態を示す。若しもハンドルを適當に左手に廻はしてをけば電流はシリースコイルを流れ逆勵磁作用をなす。風速增大し發電機の廻轉數が增せばシリースコイルを流れる電流が增加しシャントコイルに反對して勵磁作用を弱める故電壓は降下し一定の値に保たれる。ハンドルを置く可き位置は外線の荷重に應じ適當に定める。猶シャントコイルに流れる勵磁電流は此を一定に保つために發電機の兩極より取らずに蓄電池から取るのが普通である。蓄電池も又多少電壓の高下は

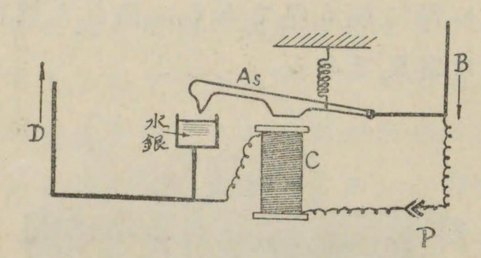
免れないから第百十二圖 *NR* に示す樣な特別なシャントコイル調節器を用ふる。此の調節器は水素ガスを充たしたガラス管中に細き鐵線を挿入した球を並列に數箇列べたものである。電流の强弱に依り其に應じて鐵線は熱せられ熱度高ければ抵抗增大し熱度降れば抵抗減少する故、たとひ蓄電池の電流が多少動搖してもシャントコイルに加はる電流は一定に保たれるのである。第百九圖は其の外觀を示した寫眞である。



第百九圖

(b) の要求卽ち發電機の發生電壓が蓄電池の電壓よりも下つた時自働的に逆電流を附止する裝置としては、リエーブ (Dr. Liebe) 氏のポーラリゼーションセルを用ひた遮斷器とラ・クール博士の逆流遮斷器及びこれを改良した電氣的方法に依るものと

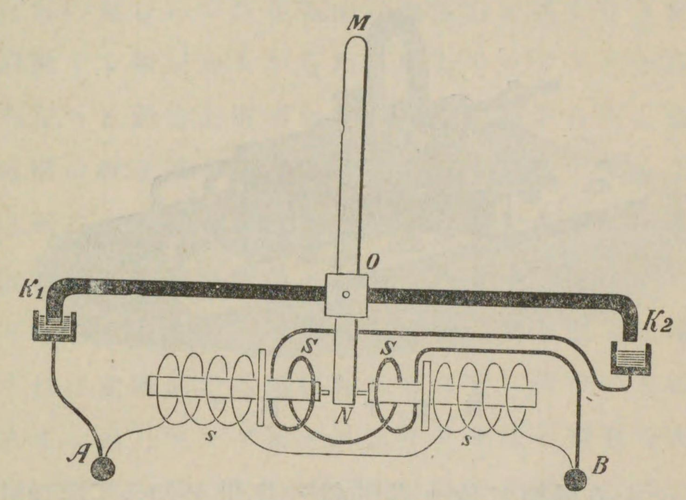
ある。リエーブ氏の逆流遮斷器と云ふのは第百十圖に示した樣な裝置でPは稀硫酸中にアルミニユームと鐵或はプラチナとアルミニユームとを兩極として浸積した一種の電池で電流は一定の方向のみに通過し逆方向には殆んど通過しない特性を有して居る。發電機の電壓高いときは電流はボーラリゼーションセルPを通じ電磁石Cを作らかす故



第百十圖

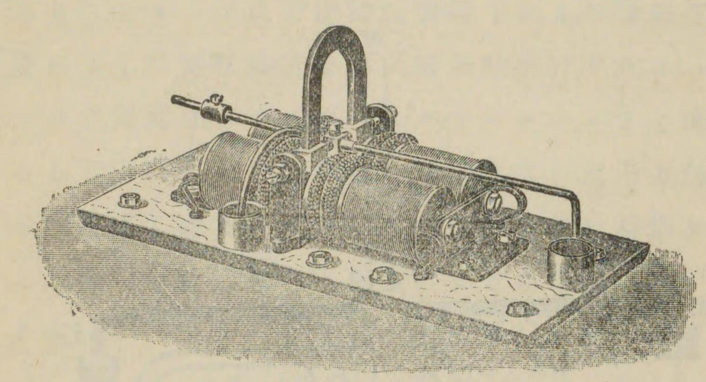
に自働遮斷器 AS の左端は水銀槽に接觸し電流はBからDに向つて流れるが、發電機の電壓が外線より降る時は電流はPを通過せずコイルCは作らかぬ故に遮斷器 AS はスプリングの力に依り水銀槽を離れ電流の主回路は絶たれ有害な逆電流が發電機に流れ込むことを防ぐ。

ラ・クール博士の逆流防止器は第百十一圖Aに示すものでMNは永久磁石でOを中心として左右に動搖し得る。SSは電磁石で主回路と並列に繼がれ



第百十一圖A

たコイルssで勵磁せられる。發電機の電壓が蓄電池よりも高い時は電流はAよりコイルssを通過しBに向ふ故永久磁石のN端は左方に吸引せられK_2は水銀槽に浸り電流はAK_1K_2Bなる主回路を經て送り出されるがA側の電壓がB側よりも下れば電流はssを逆に流れるから電磁石の作用は逆轉し永久磁石のN端は右方に吸引せられK_2は水銀槽を離れる故主回路は絶たれる。この時電流は僅にssを逆流するが發電機を損ずることは免かれる。B圖は此裝置の外觀である。現在行はれる逆流防止裝置はラ・クール博士の裝置を改良したもので後段に



第百十一圖B

例示する圖面に依り其裝置の作用を知ることが出來やう。

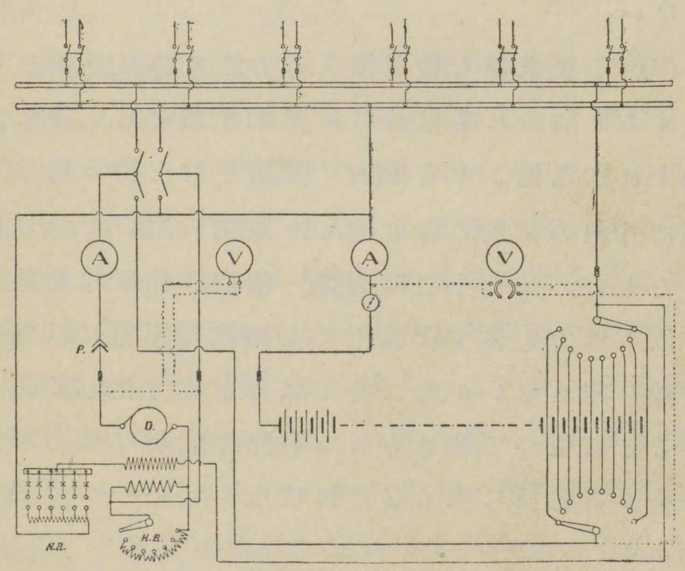
蓄電池は稀硫酸に粗鬆な一對の鉛板を浸積し此を數多く直列に結んだものを用ひる。各單位の電槽は約2ボルトの電壓を有するものであるから此に依り所要の電壓に適應する電槽の數を選ぶのである。充電の方法としては定電裝充電法と定電流充電法と兩樣行はれるが風力發電裝置では多くは定電壓充電法が行はれて居る。此がため發電機は特別なものを用ひることは既に述べたが、蓄電池にはダブルエンドセル・スウキツチを置き(第百十三圖參照)充電放電共に一定電壓を保ち然も一定の電流を送入する樣に工夫されてゐる。第百十二圖で

充電の進むにつれ蓄電池の起電力が高くなり電流が減ずる傾があるから此に應じてハンドルを右から左へと廻はし電槽を一つづつ回路から外し去り電槽の數を減じて行けば電壓を一定にしても電槽は殆んど一定の電流で充電する事が出來る。又放電の際には放電側のエンドセルスウキツチのハンドルを左から右へと廻はし電槽の數を漸次に增加すれば兩極間の電壓は殆んど一定に保つことが出來る。但しエンドセル・スウキツチは不規則な充電及び放電を强ひられる故別に時々充電しなければならない。

(d) の要求卽ち發電機に餘力ある時は外線に送電すると同時に蓄電池にも充電作業をなし發電力減ずれば電池より自働的に補給を爲し得る樣な配線は外線の荷重と蓄電池とを並列に絡いでをけばよろしい。(第百十二圖參照) 彼樣な簡單な結線法に依り風力が多少動搖しても機械の運轉には何等支障を來さないが、此は全く風力を電力化して用ふることに依つて達せられる利點で完全な風力利用は全く發電法に依らなければならない一つの理由である。

風力發電裝置の實例

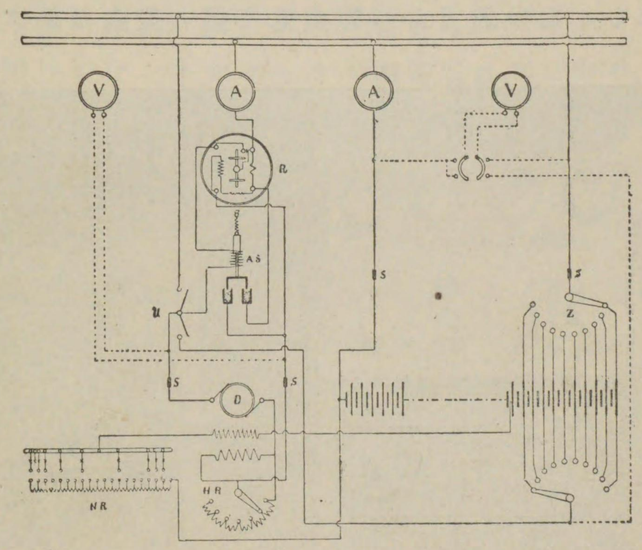
以上述べた諸種の裝置を結合して出來た發電裝置の一つを第百十二圖に示す。Dは逆捲コンパウンド・ダイナモでHRは其の逆捲シリースコイルの抵抗器を示しNRは蓄電池より勵磁電流を受けるシャントコイルの調節器で水素ガス入鐵線球を並列したものである。又Pはボーラリゼーション・セルを用ひた逆流防止器でA, V等はアレベヤメーター及びボルトメーターである。蓄電池と荷重線とは並列に絡がれることは既に述べた通りである。



第百十二圖

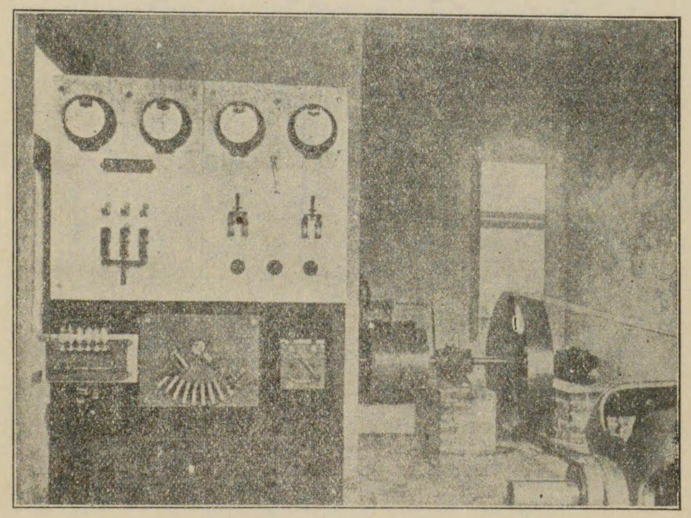
第百十三圖は第百十二圖と殆んど同樣な裝置であるが、シャントフイールドの勵磁電流を蓄電池のエンドセルスウキツチを外れた電槽から取り出して居り逆流防止作用を遮斷器AS及びリレーRを以て行つて居る。發電機の電壓が降ればリレーRはASのコイルへ電流を絶つ故電磁石の下端は水銀槽より離れ主回路に電流を絶つに至るのである。

ヒユーザム港 Husum に於ける風力發電所。1906年AEG會社が同港の築堤工事の點燈用並に修繕工場に於ける諸機械運轉のために設けた風力發電



第百十三圖

所である。修繕工場は必要に應じて時々運轉するのみで殆んど工事場、海濱等の點燈に供され無風時に供へるため舊式な蒸氣機關を豫備とする。風車の直徑は15メートルで北海より秒速7～8メートルの風を受け約15馬力を發生し得る。風車の廻轉はベベルギヤーに依つて一度水平中間軸に取り此より調革を以て發電機を廻轉する。發生電壓は115～160ボルト、電流は40アムペアである。蓄電池はAEG社J8型を用ひ別室に備へる。其の容量は290アムペア時で10時間の全荷重に耐えることが出來る。此の裝置から點燈して居る燈火は5アム

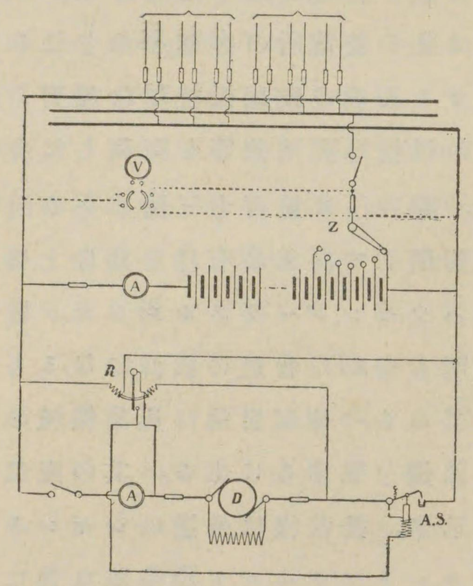


第百十四圖

ペアの弧光燈8箇、16燭光の白熱燈42箇である。第百十四圖は此の發電所の内部を示したもので配電板に水素ガス入れの鐵線抵抗球を並列した調節器を始め他の抵抗器開閉器等を配列した有樣が判るであらう。配線法は第百十三圖と全く同樣であるから彼此對照して内部の有樣を想像し得られやう。

エベンハウゼン、グーテスホルツエン發電所。

此の發電所も又AEG會社の設計になるもので1904年の創設である。使用目的は農業機械の運轉並に若干の白熱燈を點ずるにある。其の配線圖は第百十五圖に示す。發電機は普通のシヤントダイナモを用ひシヤントフイールド調節器は別に有せず、發電機のブラシから直接に並列されて居る。蓄電池はAEG會社J16型の電槽60箇を直列して居る。逆流遮斷器 *AS* はリレー *R* に依つて作らく。*R* は蓄電池兩極から導いた電壓コイル並に發電機の兩端から導いた電壓コイルとから成り、蓄電池電壓强きときはリレーの接觸板は離れて *AS* のコイルに電流を送らぬ故遮斷器は主回路を絶ち、電壓が其の反對に變はる時、遮斷器は主回路を閉ぢ電流を蓄電池に向つて送り出すに至るのである。蓄電池はエンドセル・スウキツチ無くして發電機に絡がり、又電

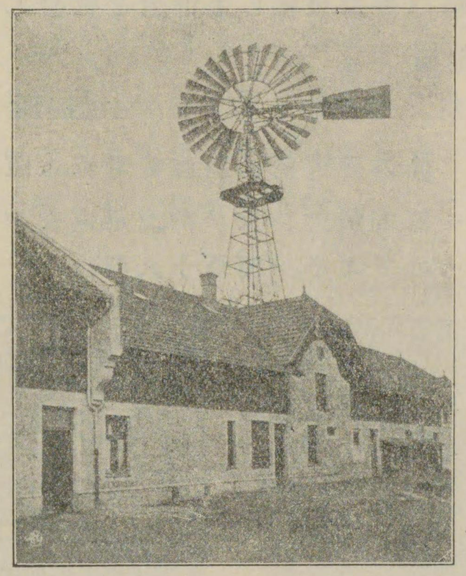


第百十五圖

動機も直接主回路に連絡する。電燈のみは定電壓を必要とする故に蓄電池よりエンドセル・スウキッチを經て送電される。風車の直徑 8.5 はメートルで發生電力に依つて運轉されるの機械は次の通である。

打穀機械用	4 馬力電動機
喞筒用	1 馬力電動機
牛乳分離機用	0.5 馬力電動機

此の發電所は裝置が至つて簡單であるに拘はら



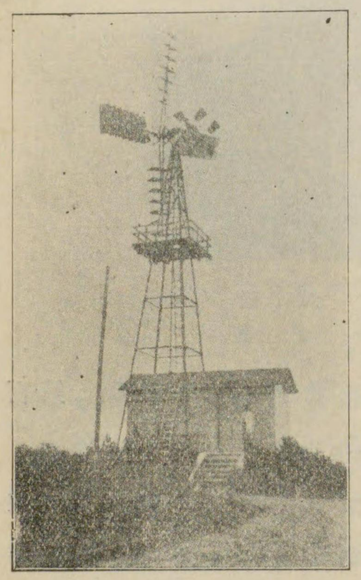
第百十六圖

ず良い結果を與へてゐると報せられてゐる。第百十六圖は發電所觀外である。

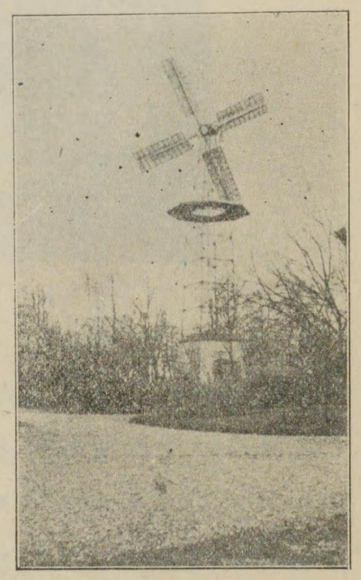
ヒンヅビーバイ・マルメー (Hindby bei Malmö) 風力發電所。　スカンヂナビヤ半島は大分以前から風力電氣の利用の普及した所で木製改良四枚羽根風車を用ひ諸所に風力發電所が建てられて居る。此のヒンヅビー風力發電所も其一つで大農園の灌漑の目的のために置かれ、1 時間 6000 リットルの水量を揚水するポンプを電力を以て動かし所内の電

燈及び諸種の農用機械にも電力を供給して居る。(第百十七圖)

フリツドヘム・バイ・マルメー(Fridhem bei Malmö)發電所。　此の發電所は別莊の電燈、水道の設備、並にコーヒー器、電氣火斗及び割烹用電熱のために設けられたものである。(第百十八圖)



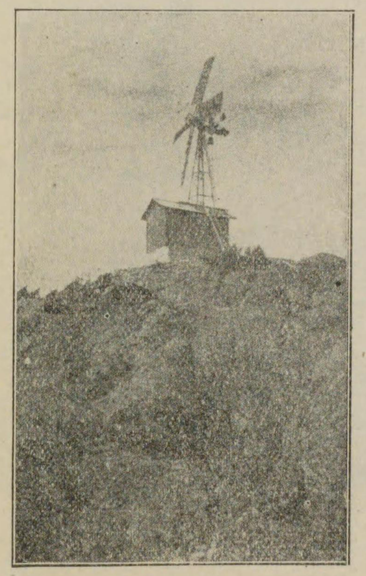
第百十七圖



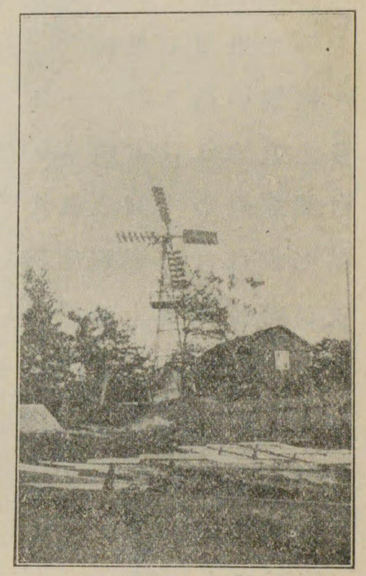
第百十八圖

ビルダール(Bildal)發電所。　スウエーデン・ゴテンブルヒ海岸の巖頭に屹立し大園藝場の灌漑、點燈、溫室の電氣煖房用に供され非常な好成績を示して居る。1年平均5200キロワツト・時の電力を發生

すると見て設備費の金利5%償却費10%として1キロワツト・時、7フエニツヒ(1フエニツヒの邦貨對當價格0.48錢)を以て發生する事を得た。冬季は風が少いので最大出力年10,000キロワツト・時以上は發生出來ない。(第百十九圖)



第百十九圖

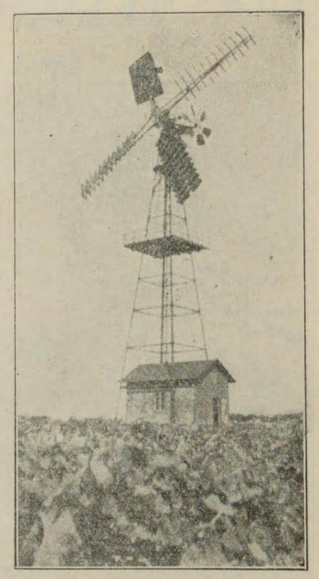


第百二十圖

ヨンケーピツヒ(Jönköpig)發電所。　同じくスウエーデンにある發電所で風車羽根面積15平方メートル鐵塔の高さ14メートル蓄電池は10日分の電燈照明に堪へる容量を持つてゐる。荷量としては

白熱電燈50箇、電動機直結渦卷ポンプ一臺である。（第百二十圖）

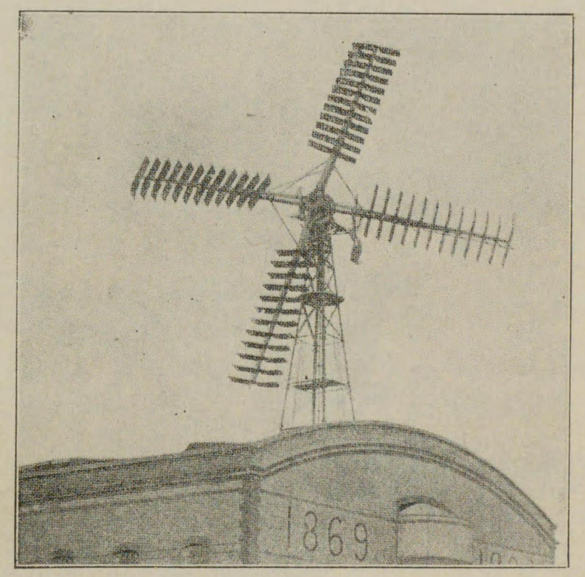
アルナープ・バイ・アカープ（Alnarp bei Akarp）國立農業學校發電所。　風力利用普及のため特にスエーデン議會が協賛して學校の教科用として設備したもので風車の直徑20メートル鐵塔の高さ25メートルで發生電力は教室内450箇の白熱電燈と4箇の弧光燈を點じ尙ほ打穀機、圓鋸、碎石機、及び粉挽機、捲上げ機各一臺並に小型モーター數臺を運轉することが出來る。此は純然たる教科用のもので豫備機關は別に備へて居ない。（第百二十一圖）



第百二十一圖

アルレーフ・バイ・マルメー（Arlöf bei Malmö）製糖工場の風力發電所。　同工場備付けの風車は直徑20メートル30馬力の發電機を運轉する。發生電力は工場、停車場及び村落の點燈をなし工場内諸機械を運轉するモーターに送電することが出來る。嚴

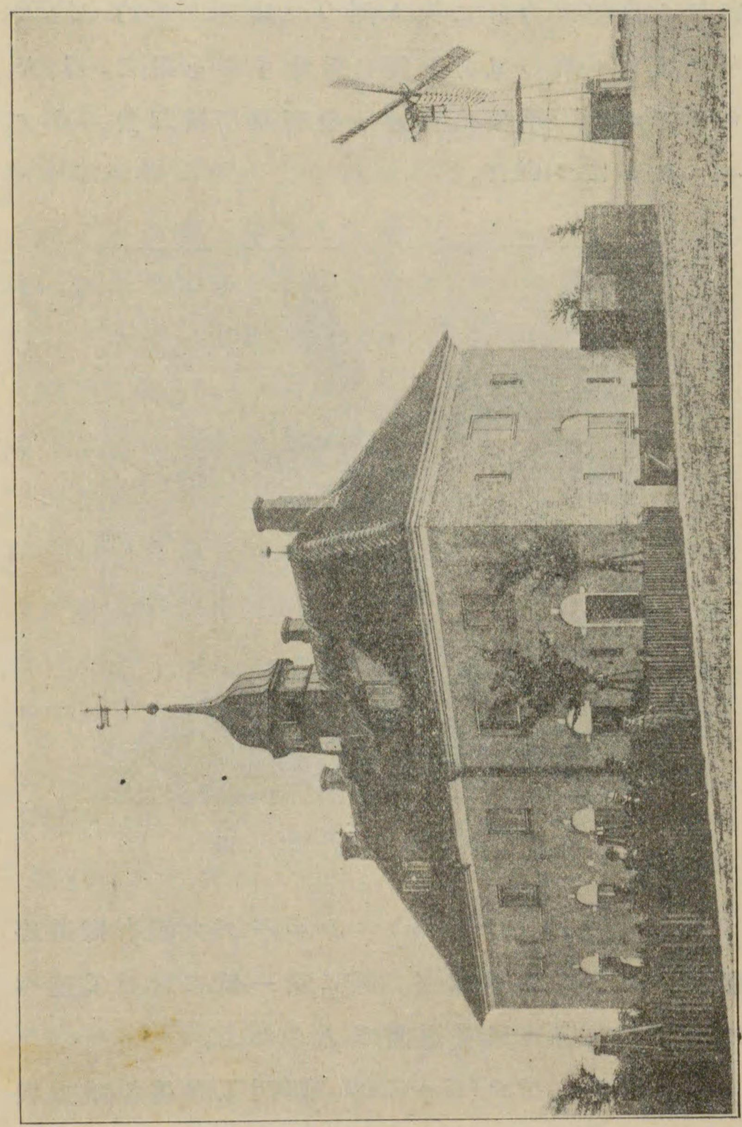
密なる自記電力計に依り測つた結果1年約45000キロワット・時の電力を優に發生す事を得た。1キロワット・時の單價は普通の金利及び償却費で6フエニツヒについた。



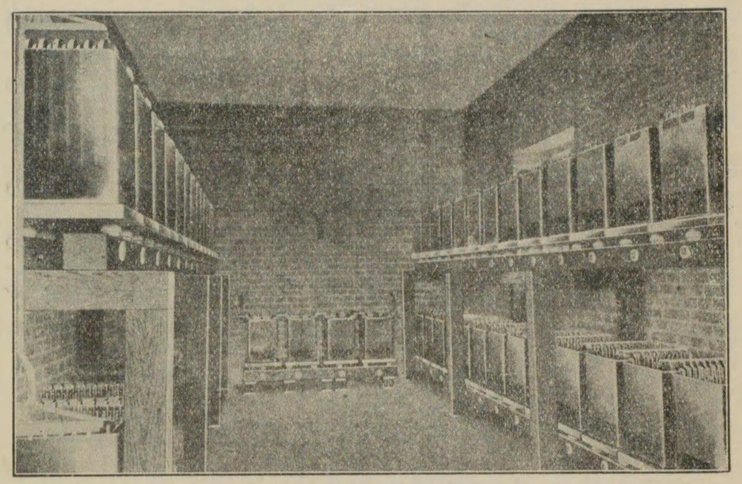
第百二十二圖

オエルテフタ（Oertöfta）スウエーデン國有鐵道停車場の風力發電所。　既に第一編に於いて述べた。第三章第八圖を參照させられよ。

コペンハーゲン（Kopenhagen）閘門工事場の風力發電所。　第百二十三圖は其全景、第百廿四圖は其



第百二十一圖



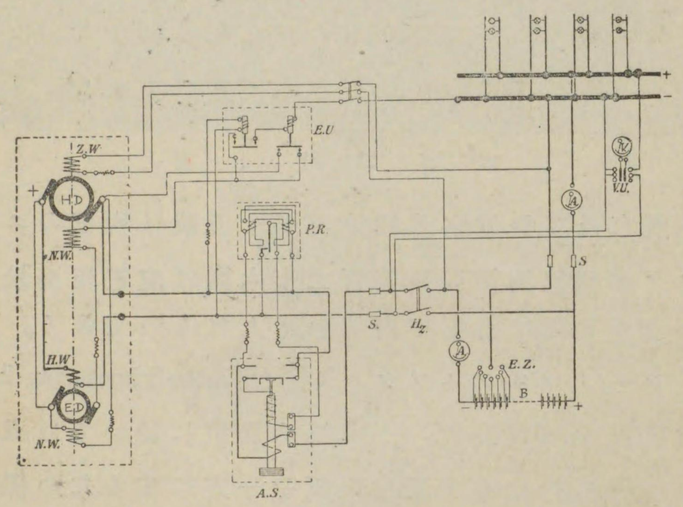
第百二十七圖

の風車及び發電室外觀、第百二十五圖は內部のスリップ式廻轉調節裝置、第百二十六圖は配電板全景、第百二十七圖は蓄電室內部を示したものである。

シーメンス・シュツケルト (Siemens-Schuckertwerke) 會社風力發電裝置。　風力發電に於いては風速の如何に拘はらず發生電壓を一定にするため機械的に發電機の廻轉を調節するか或は電氣的に發生電壓を一定にする方法を講ずるが、機械的方法では風の有する勢力を無益に捨て去ることになり、又電氣的方法では餘程廣い範圍の廻轉に適應する發電機でなければ好結果は得られない。シーメンス會社の發電裝置は此の點に注目し發電機の廻轉が增

加すれば電壓は昇らぬけれども電流は增加し結局出力は風力に應じて增大する樣に考案されてゐる。

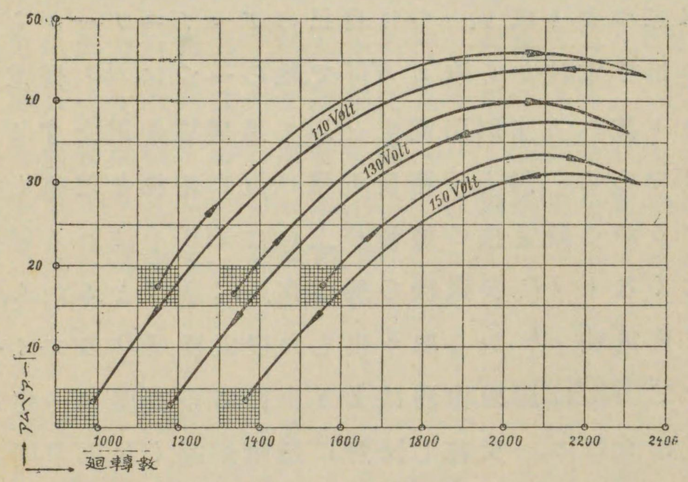
第百二十八圖は此を圖解したものである。*HD*は主要發電機で勵磁用發電機 *ED* と直結され、そのシヤント・フイールド・コイル *NW* は勵磁用發電機の極より取り出す。發電機 *ED* のフイールド・コイル



HD = 主要發電機
ED = 勵磁發電機
A = 電流計
V = 電壓計
VU = 電壓計スウキツチ
S = 安全器
H_z = 二極スウキツチ
B = 蓄電池
EZ = エンドセル・スウキツチ
PR = ポーラリゼーション・リレー
EU = 勵磁電流遮斷器
HW = シリース・フイール・ドコイル
NW = シヤント・フイール・ドコイル
ZW = 補助コイル
AS = 自働遮斷器

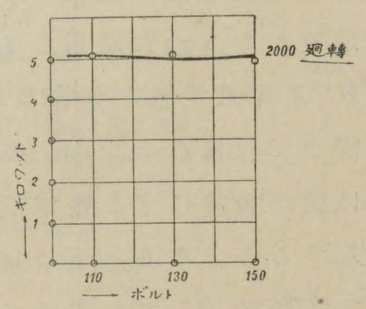
第百二十八圖

は二つより成り、一つは自己のアマチユアーから流れ出す電流から取る *NW* で、他の一つは *HD* 發電機より流れる主回路電流を以て逆勵磁作用をする *HW* である。然して兩發電機は互に兩極を連絡してゐるから發電機の廻轉が上れば *HW* を流れる電流多くなり *ED* 發電機の勵磁作用は弱はまるから、從て發電機 *ED* から取り出した發電機 *HD* のフイールド *NW* は勵磁力弱はまり主回路の電壓は一定に下げられる。又若し反對に廻轉が遲くなり *HW* を流れる電流が減少する樣になれば逆勵磁力弱はまる故發電機 *ED* の起電力は增加し *NW* を以て發電機 *HD* の勵磁作用を活潑にする故電壓の降下を防ぐことを得るのである。猶ほ發電機 *HD* には補助フイールド・コイル *ZW* を有しスウキツチを以て適宜電流を送り込むことが出來る。此れは外線に過重がかゝつた時用ひるのであつて此の時發電機 *HD* の勵磁電流の調節は *EU* なる勵磁電流遮斷器に依つて行はれる。*ZW* の捲數は土地の風力の狀態に從ひ適當に定め、發電機が最大能力を示す樣に挿入するのである。*PR* はポーラリゼーション・リレーで遮斷器 *AS* と相俟つて自働的に逆流防止を行ひ、電壓常態に復すれば再び自働的に主回路を閉づる

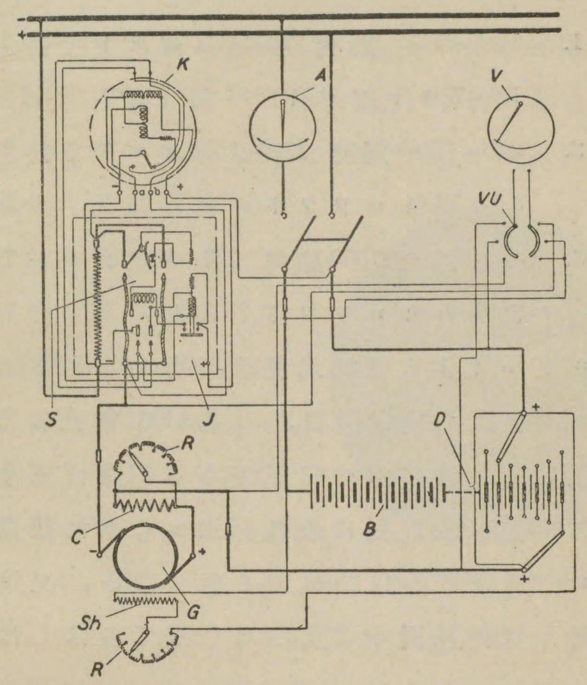


第百二十九圖 A

のである。蓄電池より外線への放電はエンドセル・スウキツチを以て行はれ 110ボルト～150ボルトに調節することを得る。此の發電機を廻轉1000～2300廻轉の間に於いて 110～150 ボルトの電壓について實驗した結果は第百二十九圖に示す通りで、各電壓とも廻轉數の增加するに從ひ電流も增加するが、1800～2300 廻轉では殆んど一定であり、最大能率は2000 廻轉で達せられ、此の時、各電壓



第百二十九圖 B



G＝デフアレンシヤル コンパウンドダイナモ
Sh＝シヤント・ワインヂング
C＝デフアレンシヤル ワインヂング
R＝調節器
B＝蓄電池
D＝ダブル・エンドセル スウキツチ
K＝コンタクトリレー
J＝インターメヂエートリレー
S＝レモートコントロール
R＝アムメーター
V＝ボルトメーター
VU＝ボルトメーター・スウキツチ

第百三十圖

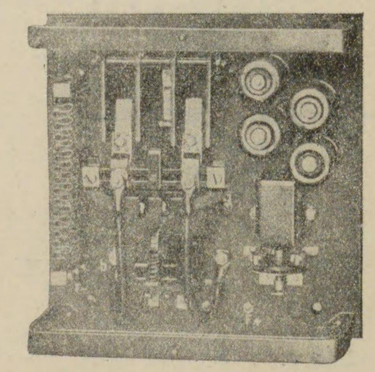
に就いて電力は殆んど一定の値を示して居る。

上記の裝置を實際に据付けた成績を二三擧げれ

ば、

1. 1000～2300 廻轉 110～160 ボルトで發生電力 1.2～5 キロワット
2. 250～600 廻轉 110～150 ボルトで發生電力 3.5～10 キロワット
3. 800 乃至 1600 廻轉 220～300 ボルトで發生電力 3 キロワット

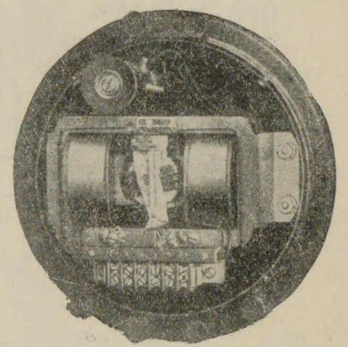
アルゲマイネ電機株式會社 (Allgemeinen Elektrizität-Gessellschaft) 風力發電裝置。　AEG 會社の發電裝置に就いては前に述べた處であるが、第百三十圖に示したものは最近更に改良を加へられた裝置で其のリレー、遮斷器等は間然する事がない。又第百三十一圖 A は配線圖中 *J* 及び *S* を以て表はしたインターメヂエートリレーを備へたレモートコントロール・スウヰッチで同圖 B は *K* を以て示したコンタクトリレーで同圖 C は蓄電池の充電を制禦するメーターである。



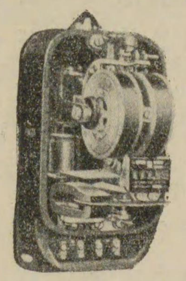
第三十一圖 A

東プルシヤ、ブードウ

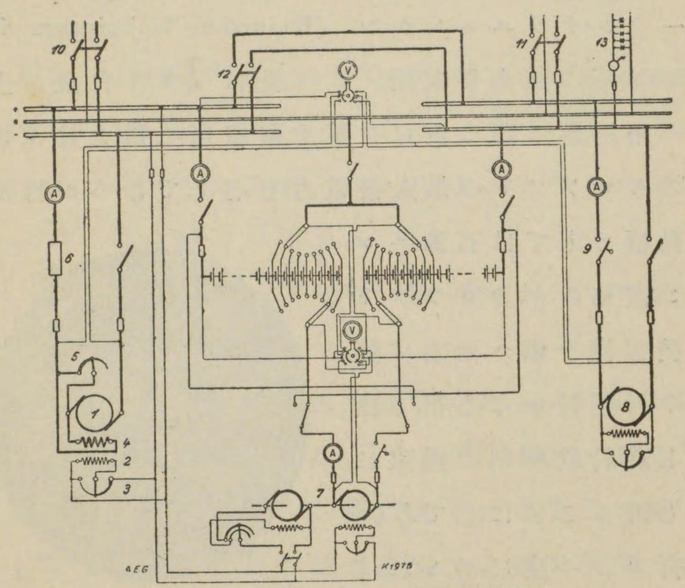
エーテン・ナウエニンケン (Budwethtn-Naujeningken in East Prussia) 風力發電所。　此は AEG 會社が上記の兩村落の間に設けた風力發電所で風力發電機は 30 キロワットの最大發電力を有してゐるが豫備原動機としては石油エンヂン直結の 44 キロワットの發電機を備へ兩者は隨時平行運轉をなし得る樣にし農村收穫期の過重に應じ得ることにしてある。全荷重が一度にかゝればモーターに 220 キロワット、電燈に 45 キロワットの送電をせねばならないが通例全荷重がかゝる樣な事はない。送電線は 2×230 ボルトの三線式を用ひ中性線は蓄電池の放電側エンドセル・スウヰッチを加減して取り出して居る。蓄電池は二つの部分に分け別々に蓄電し得る樣になつて居る。充電側エンドセル・スウヰッチはシャントモーターに直結されたブスターダイナモの兩極に結ばれ定壓充



第百三十一圖 B



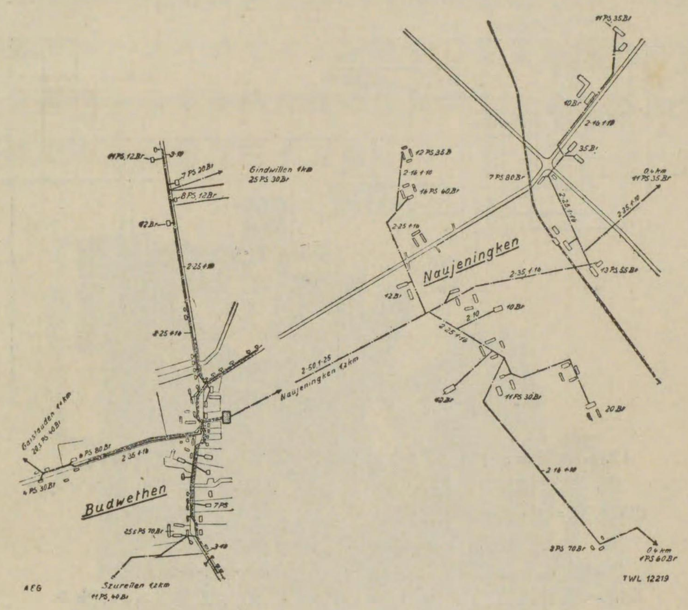
第百三十一圖 C



1＝風車發電機
2＝シヤント・フイールド
3＝シヤント・調節器
4＝アンダー・コムパウンド・ワインヂング
5＝シヤント
6＝風車發電機スウキツチ
7＝ブスター裝置
8＝重油發動機直結發電機
9＝無荷重スウキツチ
10＝ブードウエーテン方面スウキツチ
11＝ナウエニンケン方面スウキツチ
12＝カツプリング・スウキツチ
13＝外燈用スウキツチ

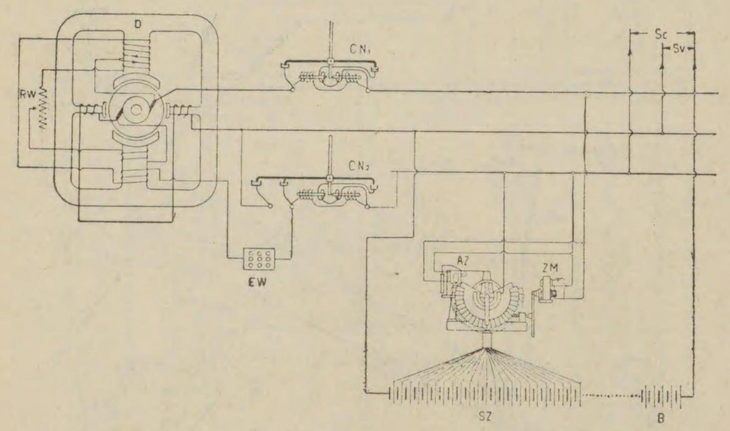
第百三十二圖

電を行ふ。然しブスターを經ずしても充電は可能である。ブスターを用ひたのは荷の增減或は發電機の運轉不同から起る蓄電池の不同な放電及び充電を防ぎ電壓を一定に保つ爲である。第百三十二圖は此の發電所の配線圖を示したもので記號の說明に依り配線の意味は判るであらう。圖中6はすべての遮斷器、調節器を有したスウキツチボードを示してゐる。又第百三十三圖は此の發電所の送電線路を示したものである。



第百三十三圖

オエリコン機械會社 (Maschinenfabrik Oerlikon) 風力發電裝置。　スウイツルの同會社では風力發電裝置は總べて自働的に作用し人爲的調節は全然不必要でなければならないと云ふ信條の下に巧妙な發電裝置を案出してゐる。第百三十四圖は其の配線圖である。發電機は特別な捲方を施したインターポール・ダイナモを用ひ、普通のコンパウンド・ダイナモよりも遙に廣い範圍の廻轉數に應じ得る樣に作られ、速度の小さい風力をも悉く利用することに

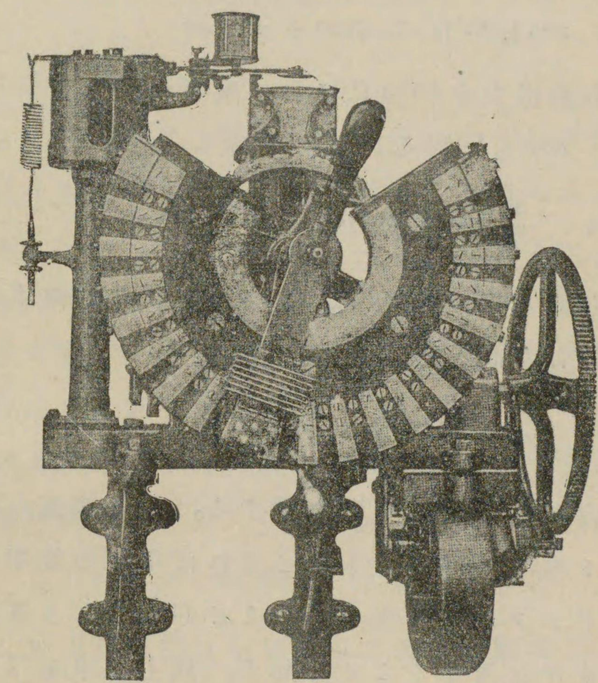


AZ = 自動エンドセル・スウキツチ
B = 蓄電池
$CN_1 CN_2$ = ラ・クール氏自働逆流遮斷器
D = 定電流發電機
EW = 鐵線抵抗
RW = 調節抵抗器
ZM = エンドセル・スウキツチ電動機
S_c = 定電壓線
S_v = 不定電壓線
S_z = 蓄電池エンドセル

第百三十四圖

勉めて居る。逆流遮斷器はラ・クール式のものを二箇用ひ、一箇は主回路に一箇はシヤントフイールドコイルと定壓線との間に挿入する。後者は定壓線より電流が逆流せんとする時作用しフイールドコイルを主回線に切込ましめるためである。自働エンドセルスウキツチ AZ 及び此を作らかしめる自働エンドセル・スウキツチ・モーター ZM は此の裝置に於いて最も特長とするものである。此はチユーリー式 (Thury system) に依つて作用する裝置で定壓

線の電壓の變化に從ひ AZ, ZM は相關連して作らきエンドセル・フスウキツチを適當な位置に運び定電壓を保つもので、全然自働的に作用し人手を要しないのである。(第百三十五圖)



第百三十五圖

風力發電裝置の設計及び目論見

發電裝置の機械の大いさは用途に從つて定まる可きは勿論である。次に例を以て設計の大略を示さう。

毎夜點燈すべきタングステン電燈16燭光30箇、點燈時間を毎夜平均6時間とし1燭光當り電力1.25ワットとし家庭用發電所の大いさを定めて見ると、毎夜要す可き電力は

$$30 \cdot 1.25 \cdot 16 \cdot 6 = 3600 \text{ ワット・時}$$

動力の總損失を45%にとれば風車は、

$$3600 \times 1.45 = 5210 \text{ ワット・時}$$

即ち $\frac{5210}{760} = 7$ 馬力・時

を出し得るものを要す。風車の有效に廻轉する時間を毎日5時間とすれば風車は

$$\frac{7}{5} = 1.4 \text{ 馬力}$$

の馬力を出し得るものを要する。若し風速毎秒4.5メートルを利用するものとすれば中等の能率を有するアメリカ式風車を用ひると(33)式より直徑6.7メートルを要することを知る。同じ風車を用ひ7～8メートルの風速を利用すれば優に7馬力を出し得るから發電機は此の大いさのものを選びたい。

又蓄電池は土地の氣象狀態に依る可きものであるが少くとも2～3日分、通例4～5日分を蓄電し得る容量を用意したい。

供給電壓は低きは65ボルト高きものでは110ボルトを用ふるが今蓄電池の容量を5日分、電壓を110ボルトに取れば電池の容量は

$$\frac{30 \cdot 1.25 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 1.45 \cdot 5}{110} = 237 \text{ アンペア・時}$$

なる大いさを要する。

次に示す例は上記のものよりは大きな設備で村落或は組合發電所として設けやうとするものである。

此の設備は20ワットの白熱電燈300箇、2馬力電動機6箇、7.5馬力電動機1箇に對し電力供給をなさむとする計畫である。

電燈は一日平均3時間點燈するものと見れば電燈に送電する電力は

$$300 \times 20 \times 3 \times 360 = \quad 6480 \text{ キロワット・時}$$

2馬力電動機は藁切機又は馬糧切斷機等を運轉するもので1年300日平均1時間づつ運轉するものとし電力の損失を見て1馬力を800キロワットに換算すれば、此を運轉する電力は

$$6 \times 2 \times 800 \times 300 = \quad 2880 \text{ キロワット・時}$$

7.5馬力の電動機は打稈機運轉用のもので農繁期

60日、平均10時間づつ運轉するものとすれば此に送電する電力は

$$7.5\times800\times60\times10=\quad 1080\ \text{キロワット・時}$$

總計 10440 キロワット・時

一年を通じ4メートル以上の風速を得られる日が300日ありとし10時間運轉するものとし無風の日は石油エンヂンを以て發電する。然れば風車の大いさは

$$\frac{10440}{300\times10}=3.4\ \text{キロワット}=4.7\ \text{馬力}$$

卽ち約5馬力を出し得ればよい。今直徑10メートルの風車を選べば普通の能率のもので、

風速毎秒 4〜5メートル なれば 約 4.5 馬力
風速毎秒 5〜6メートル なれば 約 7.5 馬力
風速毎秒 6〜7メートル なれば 約 12 馬力

を出し得るから大體希望に添ふ事が出來る。

石油エンヂンは10〜12馬力を選び蓄電池は3日分の蓄電をなすものとし450〜500アムペア・時の容量を取る。

以上の裝置の設備費、運轉費及び收益の目論見書の摘要を次に掲げやう。物價は1913年ドイツに於けるマークを以て示してある故、直接現在の吾々の

場合には役立たせる譯には行かないけれども新らしく風力發電を試みる場合多少の參考となるであらう。

設備費

直徑12メートル風車一臺、高さ16メートルの鐵塔	7200 マーク
12馬力石油エンヂン一臺、傳導裝置其他附屬品一式	3600 マーク
電壓 110〜150 ボルト10馬力特殊發電機一臺、附屬調節器	700 マーク
10馬力豫備發電機一臺	520 〃
大理石配電板、測定器、諸スウヰッチ等	600 〃
蓄電池電槽60箇容量 508 アムペア・時10時間充電一揃	4200 マーク
電線工事	2300 〃
總計	19120 マーク

運轉費

設計費に對する5%利息及び5%の機械償却費	1912 マーク
修繕 1/4%, 及び滑油ボロ等	298 〃
60日間の石油エンヂン運轉費	600 〃

監督謝禮　250 〃

總計　4230 クーク

電力賣却費

電燈用 6480 キロワット・時を單價 0.5 マークに賣り　3240 マーク

動力用 2880+1080=3960 キロワット・時を單價 0.25 マークに賣り　990 マーク

總計　4230 マーク

收入	4230 マーク
支出	3060 〃
差引純利益	1170 マーク

此の純利益金は投資金に對し約 6% に當る。然し上記の計算では 1 キロワット・時の價は過大に取りすぎて居る。若し純利益金を見ないものとすれば 1 キロワット・時の單價は平均

$$\frac{3060}{10440} \doteqdot 0.3 \text{ マーク}$$

に當る。

上の例に依つて見ても設備費目の中で蓄電池は他の機械に對し如何にも多額の費用を要し、又 AEG 會社が示す風力發電の機械的部分の費目割合に從つても蓄電池は矢張り重要な費目となつてゐる。

卽ち

風車（機械的部分）	35 %
發電機、附屬開閉器	15 %
蓄電池	35 %
附屬小物及び船積運賃	15 %

彼樣に蓄電池が多額の費用を占めることが風力の安價なるに拘はらず風力電氣の價格が左程に低下しない一つの理由である。次に列擧したのは諸種の動力發生價格を實際について比較したもので風に依る原動力が如何に經濟的に注目す可き位置にあるかを示すものである。此の表は 1913 年ドイツの物價を以て示したものであるから、ドイツと狀況の異ふ日本の現在では彼我の爲替相場、並に當時と今日の物價指數、輸入稅等を顧慮して參照しなければならないことは勿論である。

諸種原動力價格對照表

a. 蒸氣機關

石炭價格 10,000 キログラム 120 マーク運賃 60 マーク。

機械の馬力	3 馬力
1 年間の馬力・時	9000 馬力・時
設備費	1600 マーク

1 指示馬力·時の蒸氣消費量	22 キログラム
1 指示馬力時の石炭消費量	5 キログラム
導管中の凝結損失	5 %
1 馬力·時の石炭消費量	5.9 キログラム
1 年間の石炭消費量	53100 キログラム
1 馬力·時の滑油ボロ代	9 フエニツヒ
1 年間の監視手當	900 マーク
設備費に對する利子、償却費、維持費 15 %	240 マーク

1 年間の總支出

利子、償却其他	240 マーク
手當	900 〃
石炭代 53100・0.018	956 〃
滑油、ボロ 9000・0.009	81 〃
總計	2177 マーク

1 馬力·時當り $\frac{217700}{9000}$ =24.1 フエニツヒ

b. ベンヂン發動機

ベンヂン 100 キログラム 26 マーク、水 1 立方米 16～20 フエニツヒ。

機械の馬力	3 馬力
1 年の馬力·時	9000 馬力·時

設備費	2200 マーク
1 馬力·時當り燃料消費量	0.4 キログラム
1 年間の燃料消費量	3600 キログラム
1 馬力·時當り冷却水	40 リットル
1 年間の冷却水	360 立方米
1 馬力·時滑油、ボロ代	0.6 フエニツヒ
1 年間の雇傭手當	150 マーク
利子、償却、維持費 15 %	330 マーク

1 年間總支出

利子、償却等	330 マーク
手當	150 〃
燃料代 3000・0.26	936 〃
滑油、ボロ代 9000・0.006	54 〃
冷却用水 360・0.16	57.60 〃
總計	1527.60 マーク

1 馬力·時當り $\frac{1573.60}{9000}$ =16.9 フエニツヒ

c. 石油發動機

石油代 100 キログラム 20 マーク、冷却用水同前。

機械の馬力	3 馬力
1 年の馬力·時	9000 馬力·時
設備費	2200 マーク

1 馬力時·當り燃料消費量	0.42 キログラム
1 年間の燃料消費量	3780 キログラム
1 馬力·時當り冷却用水	40 リットル
1 年の冷却用水	360 立方米
1 馬力·時の滑油ボロ代	0.6 フエニツヒ
1 年間雇傭手當	150 マーク
利子、償却費、維持費 15 %	330 マーク
1 年間總支出	
利子、償却費	330 マーク
手當	150 〃
燃料代 2780・0.20	756 〃
滑油、ボロ 9000・0.006	54 〃
冷却用水 360・0.16	57.60 〃
總計	1347.60 マーク

1 馬力·時當り $\frac{1347.60}{9000}=14.9$ フエニツヒ

d. ホットエヤー·エンヂン

コークス代 100 キログラム 2 マーク。

機械の馬力	2～3 馬力
1 年の馬力·時	9000 馬力·時
設備費	2100 マーク
1 馬力·時當り燃料消費量	3 キログラム

1 年間の燃料消費量	27000 キログラム
1 馬力·時當り滑油、ボロ代	0.2 フエニツヒ
1 年間雇傭手當	120 マーク
利子、償却費、維持費等 12 %	252 マーク
1 年間の總支出	
利子、償却費等	252 マーク
手當	120 〃
燃料 27000・0.02	540 〃
滑油、ボロ代 9000・0.002	18 〃
總計	930 マーク

1 力馬·時當り $\frac{930}{9000}=10$ フエニツヒ

e. 風車

第181頁に示せる通りにて

1 馬力·時當り $\frac{3572.70}{39744}\doteqdot 9$ フエニツヒ

此の樣に安價な動力である、故其の利用方法を講じ廣く各地に普及せしめることは少なからぬ國家經濟になると信ぜられる。

第五編　風

第二十八章　風の種類

風とは一般に空氣の流動する有樣を指して云ふのである。其の成因に關しては氣象學上の問題に屬し玆に述べる必要はないが、要するに地表の溫度の差異から生ずる低氣壓に依り空氣の對流する事に依つて生ずるのである。從て此の溫度の差異が大洋的大陸的であるか局部的地方的であるか或は其の低氣壓が移動的であるかに依つて風も樣々な狀態を示すのである。

大氣の大循環に依る風

地球は赤道近傍が最も强く熱せられ兩極に向ふに從つて寒冷になるため、大氣の下層は赤道に向つて流れ上層は兩極に向つて流れる處の一大循環を形成する。然しこの循環路は地球の自轉と相俟つて極めて複雜な狀態を示すものである。熱帶圈內を吹く貿易風の如きは其の代表的なもので地球自轉の影響を受けて北半球では北東より南半球では南東より赤道に向つて吹く風である。兩貿易風の中心は卽ち赤道風帶である。

颶風及び颱風

風の原因は低氣壓にあるが此の低氣壓に向ひ空氣の流れ込むに當り地球自轉の影響を受け渦卷を起し又低氣壓は一點に止まらず多くは移動する故風は渦卷を起しながら移轉して行く。此の風の狀態が晩夏から中秋にかけ本邦を見舞ふ暴風で所謂颶風と稱するものである。又冬季北國に於いて經驗する旋風も颶風と同樣な性質の動源低氣壓の襲來に依るもので此を颱風と云ふ。

期節風

北半球に就いて云へば夏太陽が北歸して來ると比熱の小さい大陸は太平洋よりも高溫度に熱せられるから海洋上の冷氣は大陸に向つて流れる。又冬季太陽が南に向つて行けば大陸の空氣は忽ち冷え溫度を永く保つ太平洋上に向つて風を起すのである。彼樣に期節に依つて年々規則的に起る風を期節風と云ふ。我が國が夏季大體に於いて南風を向け冬季北風を受けるのは此の期節風に依る。

海陸風

上述の期節風の範圍と時間を海岸に於ける一日に縮少したもので一日の中の氣溫の變化に依り起る風である。卽ち日中は比較的冷たい海上の空氣

が早く熱せられた陸地に向つて吹き、夜分は猶餘熱を保つ海上に向ひ冷えた陸上の空氣が吹く狀態で此の海風、陸風の交代期が朝凪ぎ夕凪ぎの現象である。

山谷風

海岸に於けると同じ現象が山谷地方に行はれるのであつて、日中は山腹以上が早く溫り谷間の空氣が巔に吹き上げ所謂谷風を起し、日沒後は山巔は忽ち冷え山谷に向ひ山風を吹き下すのである。

地方風

地方に依つては特殊な地形を具へ、此の地形に影響されて、其土地獨特な風を齎らす事が多い。上州地方から關東一帶にかけての空風（カラツカゼ）の如きは此の例で上州は東北西の三方が山に圍まれ南方が關東平野に接續するので冬季北西の風は此の一方の通路を目掛けて通るのみならず平野が好天氣のために熱せられて山地との間に空氣の對流を作るに至れば更に此の北西の風が强められる。天候よき日中殊に空風激しく日沒に至つて必ず止むのは此の爲である。此の樣な地方風は函館地方の山の背風或は諸地方の空風は此の類である。

彼樣に風の成因の狀態は樣々であるのみならず

風は森林、丘、建物の如きものにも影響されるからある一地點の風の有樣といふものは極めて複雜した事情の下に置かれる。故に風車を建てる時には此等の諸點を充分顧慮しなければならない。

第二十九章　風速及び風速表

風速表

風力利用上最も必要なものは風速である。此の風速が相當の大いさを有し、相當の時間を保つか否かに依り其の地點に於ける風力利用が實際的に有利であるか不利益であるかが分れる。其故に風力利用の第一段として吾々は各地の風速の狀態を豫め知る必要がある。

風速は勿論常時平等に吹くものではなく時々刻々變轉して止まないが、風の成因に依つては大略規則的變化をなすものがある。例へば、海岸地方で海陸風を受ける處ならば、朝凪夕凪に風速無く日中夜中に風速が增す如き、或は季節風を受ける土地では冬季風速强く夏季風速少ないと云ふが如きものである。然し一地點の風速の變化は此の樣な影響の複合したものであるから一概に云ふ事は出來ないが、長い期間卽ち一年を單位にして考へれば每年殆んど同じ有樣を繰り返へすものであるから、各地の

測候所に於いて觀測される風速表は最も貴重な參考資料になるのである。第二十一表は各代表的地點に於ける10ヶ年間平均の風速表で、第二十二表は東京に於ける一年間の毎時平均風速を示し、第二十三表は同じく東京に於ける一年間の毎時平均風速を示したものである。然し、此等の表は良い參考にはなるが、風は日に依つて變化の有樣が異ふから風力利用上必要な（相當風速の相當時間）の多少が判然しない。例へば一日平均風速5メートルと云つても前半の觀測値は10メートルあつて後半の觀測値が零であると云ふ場合もあれば、終日殆んど5メートルで打續いてゐると云ふ場合もあらう。風力利用上の價値から云へば勿論5メートル打續いた場合の方が有利であるが此は平均風速表では判らない。其故吾々としては風速何メートル迄は何時間吹いたか、1ヶ月又は1ヶ年間の幾何パーセント吹いたかと云ふ事を數段に分けて調べてをくことが必要になる。此の觀測をするには自記風速計を以て連續的に風の變化を記錄せしめ此の圖から各風速に就いての時間數或は時間のパーセントを出すのが一番近い。彼樣な方法を以て毎日の風速を數年間調査すれば風力利用上最も都合よい風速

第二十一表

地名＼月	一月	二月	三月	四月
恒春	9.07	7.56	7.17	5.58
臺北	4.78	4.86	4.88	4.37
石垣島	7.72	2.42	7.43	6.79
那覇	7.09	6.38	5.60	4.76
鹿兒島	4.99	4.95	5.07	4.62
熊本	2.65	4.75	3.04	2.80
長崎	5.98	5.45	6.00	6.01
福岡	4.68	4.24	4.48	4.23
下ノ關	6.46	5.66	5.64	5.41
廣島	2.68	2.47	2.84	2.79
多度津	7.57	5.91	5.13	4.15
大阪	5.98	5.23	5.19	4.92
德島	4.42	4.09	4.03	3.57
潮岬	7.31	6.39	7.02	6.51
名古屋	3.75	4.08	4.43	4.17
東京	3.69	4.08	4.42	4.36
八丈島	11.42	10.79	10.52	9.55
銚子	6.68	7.73	7.94	7.90
水戸	3.30	3.52	3.85	4.38
伊吹山	16.1	15.5	14.7	13.3
前橋	6.89	6.79	6.84	6.08
水澤	3.36	3.66	4.41	4.65
新潟	7.89	6.51	6.06	5.26
青森	5.82	5.49	5.71	5.37
函館	7.71	6.93	7.61	6.22
札幌	4.79	4.73	5.60	6.18
大泊	6.56	5.77	7.46	6.50
木浦	7.87	7.83	8.38	7.03
京城	2.49	2.65	3.30	3.79
大連	6.93	6.63	7.47	6.98
青島	6.56	6.6	6.53	6.93
上海	4.1	4.9	4.2	3.6

測候所に於いて觀測される風速表は最も貴重な參考資料になるのである。第二十一表は各代表的地點に於ける10ヶ年間平均の風速表で、第二十二表は東京に於ける一年間の毎時平均風速を示し、第二十三表は同じく東京に於ける一年間の毎時平均風速を示したものである。然し、此等の表は良い參考にはなるが、風は日に依つて變化の有樣が異ふから風力利用上必要な（相當風速の相當時間）の多少が判然しない。例へば一日平均風速5メートルと云つても前半の觀測値は10メートルあつて後半の觀測値が零であると云ふ場合もあれば、終日殆んど5メートルで打續いてゐると云ふ場合もあらう。風力利用上の價値から云へば勿論5メートル打續いた場合の方が有利であるが此は平均風速表では判らない。其故吾々としては風速何メートル迄は何時間吹いたか、1ヶ月又は1ヶ年間の幾何パーセント吹いたかと云ふ事を數段に分けて調べてをくことが必要になる。此の觀測をするには自記風速計を以て連續的に風の變化を記錄せしめ此の圖から各風速に就いての時間數或は時間のパーセントを出すのが一番近い。彼樣な方法を以て毎日の風速を數年間調査すれば風力利用上最も都合よい風速

第二十一表　十ヶ年平均各地平均風速表

地名＼月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
恒春	9.07	7.56	7.17	5.58	4.65	4.58	4.65	4.58	5.17	7.34	9.13	10.02	6.63
臺北	4.78	4.86	4.88	4.37	4.34	2.88	3.85	3.98	4.58	5.12	5.59	5.50	4.56
石垣島	7.72	2.42	7.43	6.79	6.40	7.89	8.26	7.29	7.62	7.69	8.01	8.16	7.14
那覇	7.09	6.38	5.60	4.76	4.43	4.04	4.53	4.78	5.45	5.53	6.40	6.64	5.47
鹿兒島	4.99	4.95	5.07	4.62	4.59	3.85	3.95	4.46	4.63	4.56	4.79	4.57	4.59
熊本	2.65	4.75	3.04	2.80	2.45	2.41	2.56	2.51	4.83	2.46	2.29	2.65	2.95
長崎	5.98	5.45	6.00	6.01	5.46	5.68	5.52	5.15	4.69	4.49	4.45	5.02	5.33
福岡	4.68	4.24	4.48	4.23	3.64	3.87	4.04	3.61	3.38	3.40	3.60	4.19	3.95
下ノ關	6.46	5.66	5.64	5.41	5.06	4.53	4.51	4.49	3.96	3.70	4.58	6.14	5.01
廣島	2.68	2.47	2.84	2.79	2.64	2.44	2.67	2.68	2.71	2.62	2.50	2.52	2.63
多度津	7.57	5.91	5.13	4.15	3.83	3.25	3.27	3.58	3.41	4.11	4.88	7.06	4.68
大阪	5.98	5.23	5.19	4.92	4.39	4.25	4.49	4.63	4.25	4.10	4.10	5.43	4.75
德島	4.42	4.09	4.03	3.57	3.16	2.57	2.58	2.80	2.70	3.05	3.35	4.00	3.36
潮岬	7.31	6.39	7.02	6.51	5.95	6.23	5.85	6.55	5.51	5.50	6.02	6.80	6.30
名古屋	3.75	4.08	4.43	4.17	4.24	3.44	3.45	3.44	2.92	3.30	3.32	3.38	3.66
東京	3.69	4.08	4.42	4.36	3.97	3.65	3.62	3.77	3.63	3.39	3.51	3.35	3.79
八丈島	11.42	10.79	10.52	9.55	8.18	8.04	7.25	7.19	7.20	8.91	8.76	10.02	8.99
銚子	6.68	7.73	7.94	7.90	7.18	6.49	6.26	6.08	7.69	7.88	7.60	6.88	7.19
水戸	3.30	3.52	3.85	4.38	3.51	2.94	2.83	3.10	2.93	3.13	3.15	3.00	3.30
伊吹山	16.1	15.5	14.7	13.3	12.7	11.5	9.5	14.6	11.7	12.6	13.2	11.9	13.11
前橋	6.89	6.79	6.84	6.08	4.89	3.26	3.69	3.52	3.49	4.48	5.58	6.40	5.16
水澤	3.36	3.66	4.41	4.65	4.12	3.34	3.13	3.00	2.62	2.58	3.20	3.35	3.45
新潟	7.89	6.51	6.06	5.26	4.72	4.03	3.64	3.75	3.90	4.42	5.54	6.43	5.18
青森	5.82	5.49	5.71	5.37	5.05	4.35	4.02	3.43	3.83	4.34	4.77	5.51	4.81
函館	7.71	6.93	7.61	6.22	5.47	5.14	4.44	4.84	5.32	5.73	6.91	7.71	6.17
札幌	4.79	4.73	5.60	6.18	6.28	5.35	4.61	4.41	4.31	4.02	4.64	4.74	4.97
大泊	6.56	5.77	7.46	6.50	5.81	5.07	4.70	4.81	5.71	7.08	8.17	7.66	6.28
木浦	7.87	7.83	8.38	7.03	6.03	5.19	5.36	5.38	5.93	5.63	6.90	7.44	6.58
京城	2.49	2.65	3.30	3.79	2.94	2.95	2.63	2.62	2.18	2.00	2.04	3.34	2.74
大連	6.93	6.63	7.47	6.98	7.07	5.89	5.75	5.06	5.65	6.22	7.08	6.86	6.47
青島	6.56	6.6	6.53	6.93	7.16	6.7	5.76	5.5	5.63	6.03	6.93	5.56	6.32
上海	4.1	4.9	4.2	3.6	3.6	3.5	4.9	3.1	4.7	3.3	3.7	3.6	3.93

第二十二表　東

日＼月	1	2	3	4
1	2.19	4.05	4.20	4.68
2	3.82	3.81	7.80	3.36
3	2.93	10.98	5.26	3.52
4	2.14	3.15	4.68	5.25
5	3.82	6.21	5.13	3.68
6	2.45	3.37	4.50	3.48
7	7.12	3.54	12.70	5.33
8	7.08	10.40	4.04	3.84
9	3.11	7.48	2.71	4.17
10	5.86	11.05	9.15	5.95
11	4.84	2.75	10.77	3.30
12	2.89	3.58	5.55	3.50
13	2.94	7.82	3.77	4.68
14	3.94	3.62	9.67	3.13
15	7.53	7.10	4.02	3.35
16	7.38	3.99	4.73	4.59
17	3.24	2.94	8.04	5.29
18	4.16	3.85	4.95	4 14
19	3.38	2.74	4.89	4.12
20	3.46	4.30	4.70	5.07
21	6.88	5.87	4.67	7.41
22	4.06	3.37	4.99	5.05
23	8.73	6.56	3.99	3.91
24	5.85	6.60	5.09	4.77
25	4.23	4.07	5.35	9.65
26	3.24	2.97	7.53	8.10
27	5.18	5.01	3.72	5.04
28	5.25	6.33	6.60	4.17
29	6.22	5.11	4.14	4.95
30	3.03		4.68	10.57
31	3.06		4.90	
平　均	4.52	5.26	5.71	4.93

第二十二表　東京に於ける一年間毎日平均風速表

日＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
1	2.19	4.05	4.20	4.68	4.05	3.13	5.07	5.66	4.64	2.69	2.81	7.38	4.21
2	3.82	3.81	7.80	3.36	4.53	6.25	2.70	4.76	5.26	3.36	6.66	2.83	4.60
3	2.93	10.98	5.26	3.52	6.11	8.95	4.05	4.01	5.07	3.34	3.94	3.16	5.11
4	2.14	3.15	4.68	5.25	3.81	3.86	2.23	7.08	3.80	3.26	2.93	3.85	3.84
5	3.82	6.21	5.13	3.68	2.59	3.40	4.89	5.44	3.42	3.97	4.00	2.67	4.10
6	2.45	3.37	4.50	3.48	5.90	4.30	4.58	2.25	5.36	6.02	3.13	3.81	4.10
7	7.12	3.54	12.70	5.33	4.21	5.06	3.90	3.08	3.38	4.85	2.61	3.98	4.98
8	7.08	10.40	4.04	3.84	2.80	4.92	3.35	4.35	2.70	5.16	4.16	5.58	4.87
9	3.11	7.48	2.71	4.17	11.60	4.46	3.53	4.68	4.67	4.98	7.89	5.73	5.42
10	5.86	11.05	9.15	5.95	5.49	3.75	3.68	4.28	5.15	2.48	6.30	2.56	5.46
11	4.84	2.75	10.77	3.30	6.00	3.37	5.19	4.26	4.16	3.05	2.98	5.01	4.64
12	2.89	3.58	5.55	3.50	5.32	4.66	4.83	2.69	4.16	4.13	3.07	6.83	4.27
13	2.94	7.82	3.77	4.68	4.63	3.19	4.10	3.77	3.03	4.74	2.83	4.36	4.16
14	3.94	3.62	9.67	3.13	5.88	3.83	4.05	4,10	3.68	4.48	4.35	2.69	4.45
15	7.53	7.10	4.02	3.35	4.07	3.05	4.32	5.49	5.72	3.56	6.21	2.59	4.75
16	7.38	3.99	4.73	4.59	3.55	3.85	6.67	5.83	8.40	4.14	2.77	4.72	5.05
17	3.24	2.94	8.04	5.29	4.94	4.20	9.26	5.79	10.27	11.51	3.53	6.12	6.26
18	4.16	3.85	4.95	4.14	4.66	3.57	7.88	7.16	5.26	3.11	4.19	3.03	6.63
19	3.38	2.74	4.89	4.12	5.66	3.48	3.71	5.12	5.32	4.17	2.85	2.08	3.96
20	3.46	4.30	4.70	5.07	5.38	5.20	4.93	4.74	3.68	5.63	2.40	3.31	4.40
21	6.88	5.87	4.67	7.41	8.00	3.86	6.78	8.51	4.11	7.41	3.39	2.93	5.82
22	4.06	3.37	4.99	5.05	3.78	3.41	6.53	6.27	2.57	3.33	2.65	3.63	4.14
23	8.73	6.56	3.99	3.91	5.42	7.55	4.70	5.20	2.91	3.25	3.27	4.18	4.97
24	5.85	6.60	5.09	4.77	5.18	7.89	6.73	3.61	3.89	3.45	3.62	6.35	5.25
25	4.23	4.07	5.35	9.65	6.75	4.76	4.33	3.04	3.82	3.61	4.73	2.85	4.77
26	3.24	2.97	7.53	8.10	3.48	4.54	2.63	7.26	2.57	3.37	2.27	4.70	4.39
27	5.18	5.01	3.72	5.04	5.08	3.26	2.44	9.07	3.60	3.16	4.73	7.73	4.84
28	5.25	6.33	6.60	4.17	3.83	4.60	2.97	6.45	5.31	2.99	3.01	4.03	4.63
29	6.22	5.11	4.14	4.95	5.66	3.84	4.71	4.08	5.64	4.17	1.85	2.05	4.37
30	3.03		4.68	10.57	5.21	3.93	4.46	6.05	6.03	6.37	6.60	3.40	5.48
31	3.06		4.90		4.09		5.25	3.64		2.33		3.44	3.82
平均	4.52	5.26	5.71	4.93	5.09	4.47	4.66	5.09	4.59	4.26	3.86	4.11	4.77 / 4.71

第二十三表　東京

月 / 時	1	2	3	4
1	4.18	4.44	4.66	3.52
2	4.20	4.62	4.42	3.59
3	4.30	4.68	5.09	3.23
4	4.28	4.97	4.81	2.87
5	3.72	5.06	4.45	3.11
6	3.79	4.69	4.52	3.13
7	3.56	5.26	4.89	3.66
8	4.35	5.86	6.92	4.07
9	5.10	5.66	6.90	4.51
10	5.96	6.20	7.31	5.26
11	5.83	6.48	6.76	5.79
12	5.35	5.89	6.62	6.07
13	5.29	6.46	6.38	6.44
14	5.31	6.20	7.17	6.40
15	5.35	5.77	7.45	7.23
16	4.74	6.14	7.25	7.29
17	4.05	5.96	7.29	7.03
18	3.86	5.16	6.18	6.36
19	4.11	5.08	5.50	5.75
20	4.12	4.76	4.71	5.29
21	4.24	4.60	4.44	5.23
22	4.04	3.55	4.14	4.50
23	4.46	4.16	4.70	4.24
24	4.18	4.63	4.44	3.84
平均	4.52	4.26	5.71	4.93

第二十三表　東京に於ける一年間毎時平均風速表

月 / 時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
1	4.18	4.44	4.66	3.52	3.99	3.67	3.05	3.74	3.98	3.81	3.17	3.85	3.84
2	4.20	4.62	4.42	3.59	3.51	3.44	2.97	3.61	3.81	4.02	3.33	3.82	3.78
3	4.30	4.68	5.09	3.23	3.48	3.27	2.67	3.63	3.96	4.29	3.61	4.26	3.87
4	4.28	4.97	4.81	2.87	3.60	3.49	2.41	3.70	3.82	4.04	3.76	4.02	3.81
5	3.72	5.06	4.45	3.11	3.62	3.14	2.40	3.78	3.44	4.31	3.57	3.98	3.55
6	3.79	4.69	4.52	3.13	3.84	3.21	2.38	3.86	3.48	4.55	3.14	3.94	3.71
7	3.56	5.26	4.89	3.66	4.09	3.48	2.66	4.29	3.50	4.39	3.10	3.98	3.91
8	4.35	5.86	6.92	4.07	4.42	3.43	2.93	4.94	4.58	4.68	3.67	3.78	4.47
9	5.10	5.66	6.90	4.51	4.64	3.56	3.11	5.20	4.93	5.01	4.45	4.55	4.80
10	5.96	6.20	7.31	5.26	5.14	4.12	4.28	5.08	5.00	4.74	4.69	5.32	5.26
11	5.83	6.48	6.76	5.79	5.95	4.60	5.53	5.63	5.18	4.79	4.30	5.65	5.54
12	5.35	5.89	6.62	6.07	6.65	5.10	6.58	6.24	5.20	4.74	4.56	5.26	5.69
13	5.29	6.46	6.33	6.44	7.00	5.48	7.25	6.27	5.78	4.81	5.17	5.72	6.00
14	5.31	6.20	7.17	6.40	6.94	5.78	7.26	6.82	6.16	5.21	5.45	4.65	6.11
15	5.35	5.77	7.45	7.23	7.36	5.96	7.48	7.18	6.05	4.86	5.37	4.61	6.22
16	4.74	6.14	7.25	7.29	7.33	5.99	7.12	7.21	6.49	4.95	4.59	4.11	6.10
17	4.05	5.96	7.29	7.03	7.12	5.86	6.90	6.80	5.70	4.45	3.67	3.17	5.67
18	3.86	5.16	6.18	6.36	6.33	5.67	6.47	6.34	4.96	4.22	3.16	3.54	5.19
19	4.11	5.08	5.50	5.75	5.34	5.48	5.64	5.23	4.51	3.61	3.43	3.49	4.76
20	4.12	4.76	4.71	5.29	5.05	5.26	5.40	4.93	4.10	3.41	3.45	3.48	4.50
21	4.24	4.60	4.44	5.23	4.69	5.19	5.07	4.87	4.27	3.37	3.19	3.67	4.40
22	4.04	3.55	4.14	4.50	4.08	4.23	4.63	4.35	3.96	3.06	3.27	3.74	3.96
23	4.46	4.16	4.70	4.24	4.13	4.02	4.28	4.43	3.59	3.24	3.52	3.46	4.02
24	4.18	4.63	4.44	3.84	3.80	3.86	3.38	3.97	3.61	3.65	2.93	3.69	3.83
平均	4.52	4.26	5.71	4.93	4.09	4.47	4.66	5.09	4.59	4.26	3.86	4.16	4.55 / 4.71

表が得られる。

然し毎時觀測（或は毎四時間觀測）から得た平均風速は大體最も大きい度數のパーセントを有して居るから此の平均風速の如何に依つて風力利用の可否を判斷しても大した過はない。著者の觀る處では秒速4メートル以上の平均風速を得られるならば風車の利用は可能である。此の見地よりすれば風速表に表はれた土地だけでも琉球、長崎、銚子の如きは最も有望であり、名古屋、水戸の如きは此の風速表のみでは利用の可否は判定出來ない。此の時は風速の百分率表を參照し4メートル以上が25%を超えれば經濟的に利用が出來るであらう。

風速に依る風の名稱

普通吾々の感ずる風はいつたいどの位な速度をもつてゐるものか、風の起す現象の大要に依つて此を列記し其の名稱と速度の大略を示せば次の樣になる。此を以て風速の見當を知るに足りやう。

階段	名稱	速度 m./sec.	風壓 kg./m² ($0.12248\ V^2$)	現象大要
〇	靜穩	0～1.5	0～ 0.28	煙直上す
一	軟風	1.5～3.5	0.28～ 1.5	風の感覺あり
二	和風	3.5～6.0	1.5 ～ 4.4	樹葉動く
三	疾風	6.0～10	4.4 ～12.3	樹技動く
四	强風	10～15	12.3 ～27.5	樹の大枝を動かす
五	烈風	15～29	27.5 ～103	大樹の幹搖ぐ
六	颶風	29以上	103～	樹倒れ家覆へる

颶風の最も甚しいものは鹿兒島に於いて70メートルに達した事がある。恐らく世界に於ける最大記錄であらう。

高層氣流

平地に風の無い時でも高層の雲の去來は激しく又高山の樹木の風に撓んだ有樣を見ても高屬の氣流が平地の狀態と異ふ事は想像に難くない。然し山巓或は丘陵上の氣流は山腹に沿ふ昇騰氣流の影響を受け平地と同じ高さに隔てた高層の自由氣流とは同じくはないであらうが、平地の風速よりも勿ろ高層のものに近い事は確である。風車を風の遮ぎられぬ山上に建てたいのは、しばしば起ることであるから、彼樣な場合には高層氣流の有樣を少しく心得て居る必要がある。館野高層氣象臺の觀測結果に依れば地面上500メートル邊迄は風速は急激に增加し其以上は徐々に增加する。其の增加の有樣は次の表に示す樣になつてゐる。但し春は三月から五月迄、夏は六月から八月迄、秋は九月から十一月迄、冬は十二月から二月迄を指して居る。

高層の平均風速

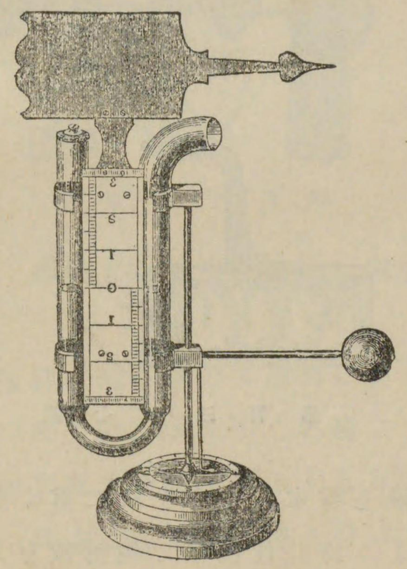
海拔 km.	0.04	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
春 m./sec.	3.5	5.3	5.7	5.9	6.1	6.3	7.0	9.0	11.0	13.6
夏	3.2	4.8	4.9	4.9	5.0	5.0	5.2	5.7	6.5	6.7

海拔 km.	0.04	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
秋 m./sec.	2.5	4.7	5.6	6.1	6.1	6.3	7.1	7.9	9.7	11.9
冬	2.9	5.0	5.9	6.5	6.7	7.3	9.1	11.1	13.6	17.0
年平均	3.0	5.0	5.6	5.9	6.1	6.4	7.2	8.9	10.8	12.9

第三十章　風力測定器

風位板

風の方向を知るために用ふる器械である。自由に旋轉し得る直立軸に平面板を附し其の板と反對側には此等を平衡する重りを附し重心が直立軸の



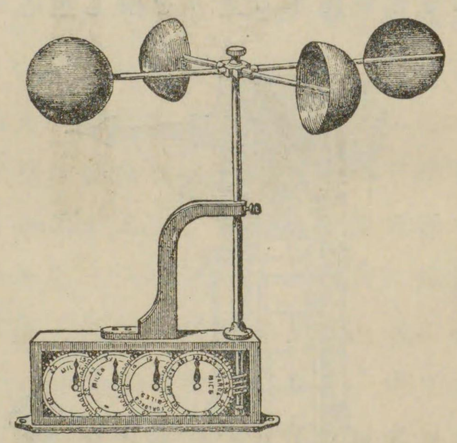
第百三十六圖

上に落ちて軸が自由に旋轉し得る樣に作つてある。

第百三十六圖は風向と風壓を同時に觀る裝置である。風の方向は時々刻々變化する故此を自働的に記錄させる裝置を附し一日中の連續的變化を見られる型式が一般に用ひられてゐる。

風速計

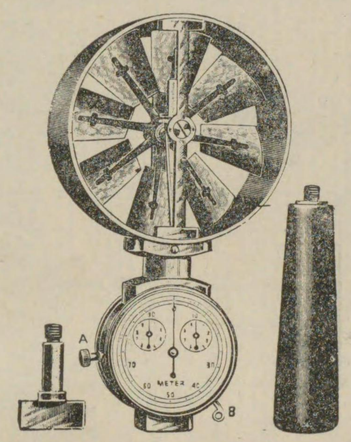
最も廣く用ひられてゐる風速測定器はロビンソンの風速計（第百三十七圖）で4本の腕木に半球



第百三十七圖

形の椀を附し腕木の中心を縱に貫く軸に椀の廻轉を取り此より時計仕掛けで廻轉數をメーターに指示する樣に作られたものである。此の器械も時々

刻々變化する風速の變化を自働的に記錄するものが測候所等には專ら用ひられてゐる。然し此の記錄圖は風速の積分線であるから直ぐ風速を讀みとる譯には行かない。又第百三十八圖はリチャード風速計を示したもので此は風を受ける車が水平軸を



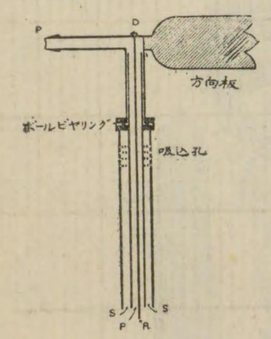
第百三十八圖

なしてゐる。此にも自働記錄裝置の附いたものがある。

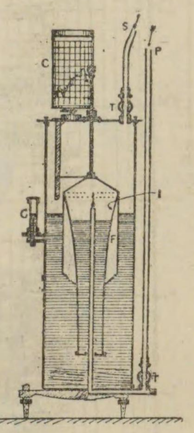
此等の風速計は羽根車の1廻轉に對し風速が幾何として作つたものであるから器械には自ら器差を生ずる。故に此の器差を算入しなければ正確な値は出ない。日本で用ひてゐるものは大抵8回轉1メートルとなつてゐる。

風壓計

ダインの風壓計が最も廣く用ひられてゐる。此はピトー管の理に依り風速を靜壓力に直し此の壓力の變化を自働的に記錄させる裝置になるものである。第百三十九圖A, Bはこの風壓計の機構を示



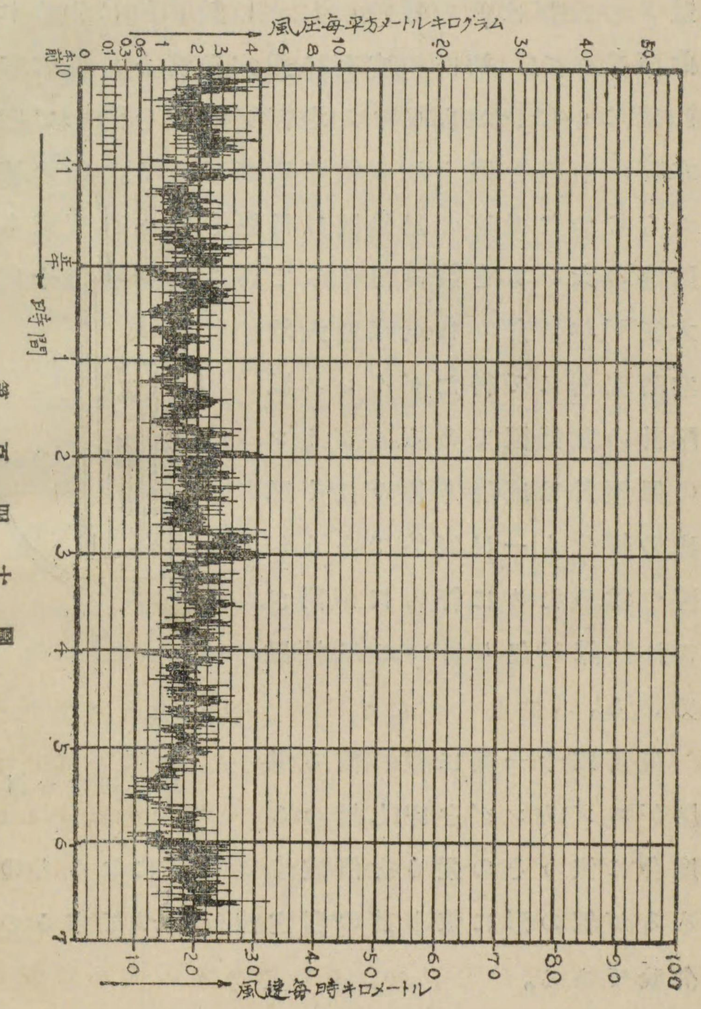
第百三十九圖 A



第百三十九圖 B

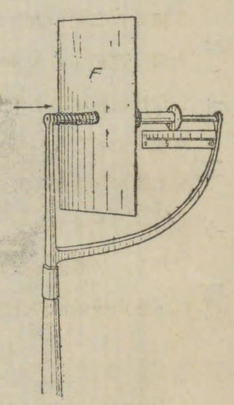
したもので屋上にAに示す樣な風向板を附した細管Pを置き風向に從ひ常に旋轉して尖端を風に直面させる。而して細管はB圖のP管に連絡するが故に風壓は浮きFの內部に及ぼすに至る。水を貯へた外槽は氣密に保たれ唯S管を經て屋上の吸出し口にのみ通じてゐる。其れ故風速の大小に依り浮きFは自由に浮沈して其の頂端に附したペンを

以て時計仕掛けで廻轉するドラムCに記錄することを得る。然し浮きF內に及ぼす風壓は風速の自



第百四十圖

乘に比例するものであるからペンの上下を風速の大いさに比例させるためには特別な工夫が要る。壁 I の曲面は此の目的のために數學的に作られた曲面である。槽内の水面は規定の高さに保たなければならないから G なる水面ゲーヂを附して常に水面の有樣を觀られる樣に出來てゐる。此の裝置からとつた風速の記錄圖は目盛を換へれば直ちに風速の大いさを讀み得るのである。第百四十圖は大正15年10月28日東京帝大航空研究所にて得たダインス風壓計の記錄圖である。ダインの風壓計は感度も仲々良く風速の變化も一目瞭然であるが雨や雪のために管の口が閉ざされ故障が起り易いのが缺點である。



第百四十一圖

第百四十一圖は板に衝る風壓がスプリングを押し縮める度合に依りその强さを測定する考案になるものであるが板の形に依り其の測定値が異つて來るのは勿論である。

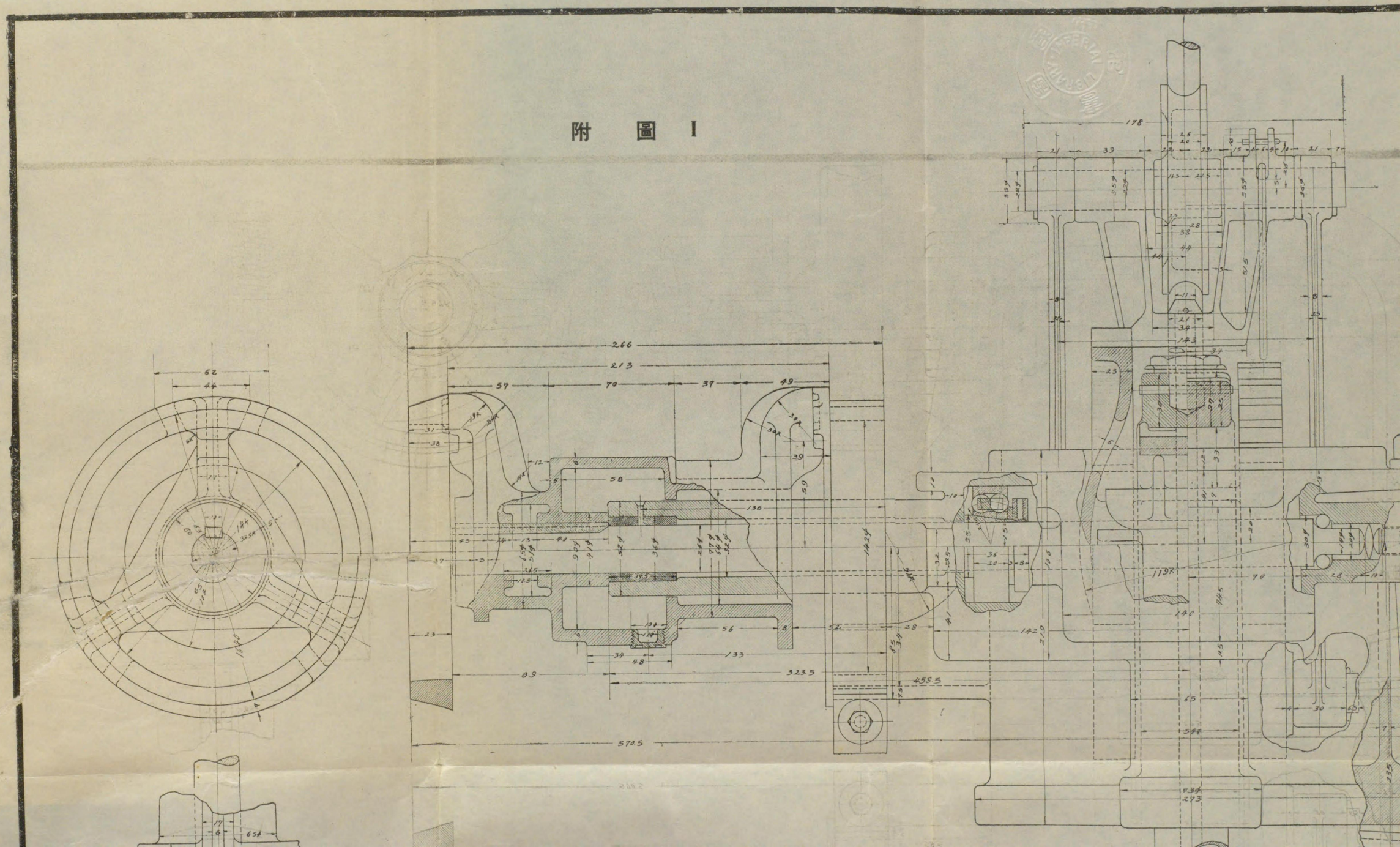
附　圖

附圖Ⅰ及びⅡは著者が製圖したる直徑3メートルのポンプ用風車の主要機構部で、Ⅰは其の正面圖並に平面圖、ⅡはⅠを右から見た側面圖である。

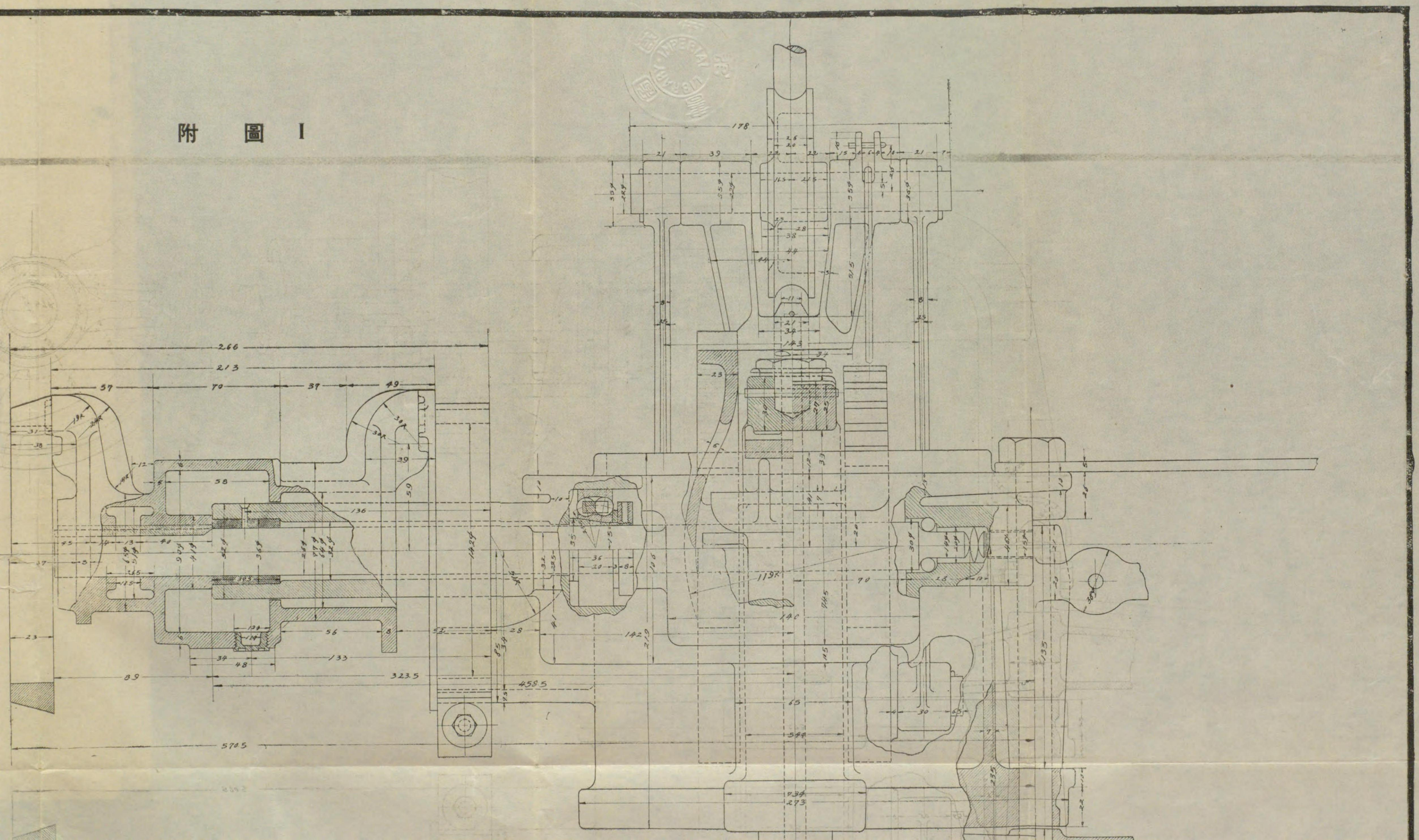
正面圖の左方にあるのは羽根車のボスで羽根枠を支持する。其の軸はボール・ベヤリングに承けられ磨擦を少くし廻轉を輕快ならしめる工夫である。羽根車のボスの内側はブレーキ・プーリーに兼用し風車の停止を確實にする。風車軸は小さき齒車二箇を以てクランク・ピンを植えた二箇の大きな齒車に嚙み合ふ故コネクチング・ロッドは其の上端に連絡するガイド・ローラーを往復運動せしめ、ローラーより吊した往復軸を上下せしめる。齒車を二對用ひたのは機構にかゝる力に無理を生ぜしめぬ爲めである。而して機構全體は油槽中に浸され、猶其上部から蓋をしてあるから、注油の必要もなく又油の飛散することもない。ガイド・ローラーにはオイル・リングを以て油を絶たぬ考案である。又機臺と塔頂の間にはボールを挿入し旋廻を自由にしてゐた。風向板並に停止裝置は圖が複雜になるので取除いてある。

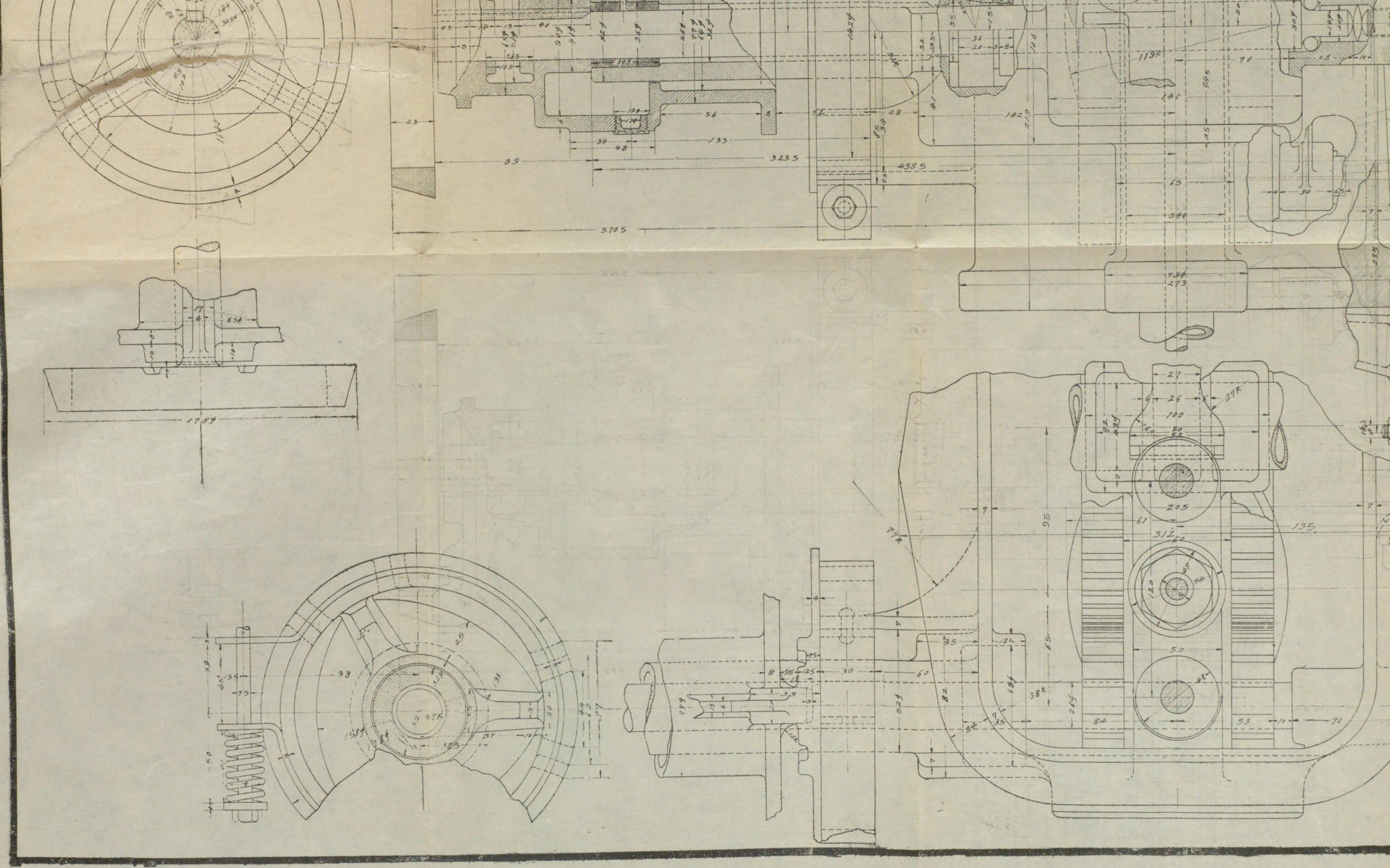
附圖 I

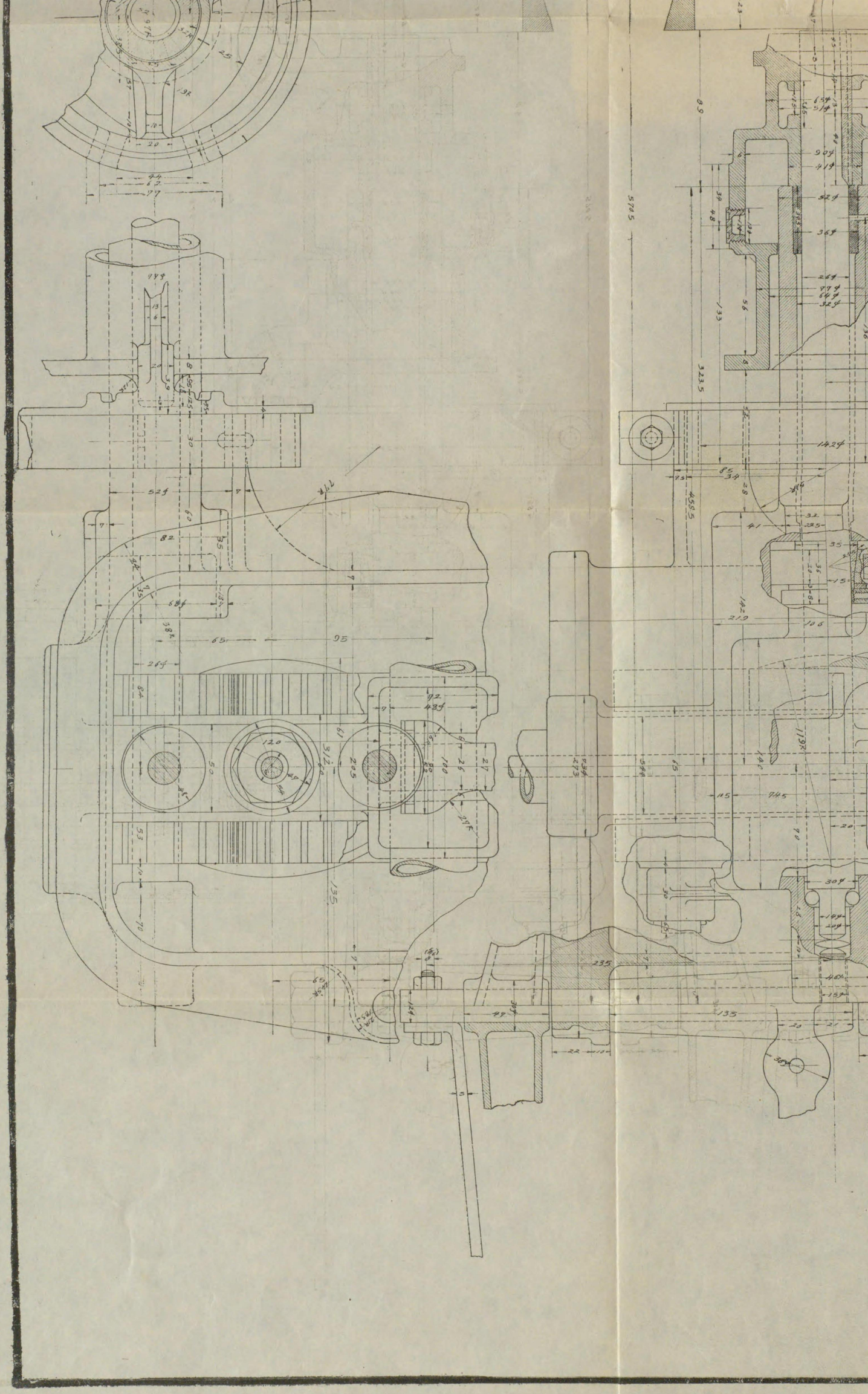
附圖 I



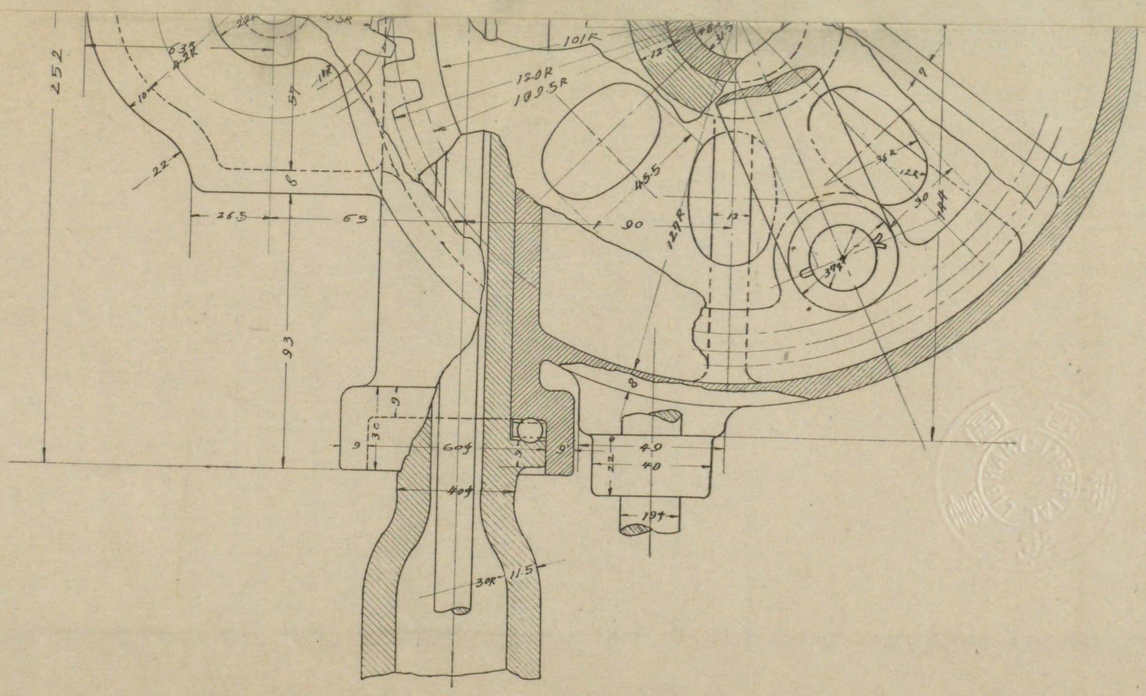
附圖 I



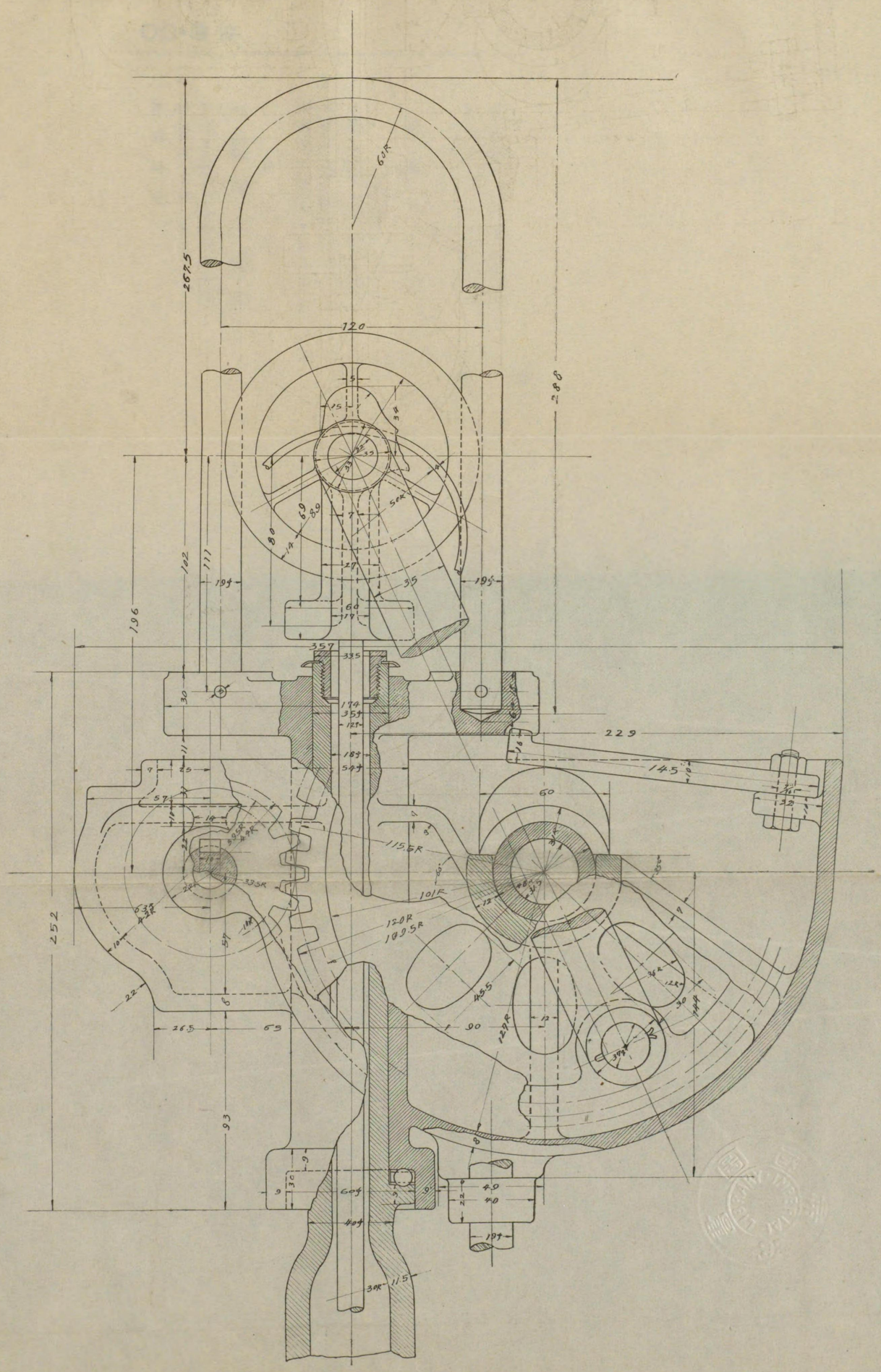




附圖 II


252
101R
120R
189.5R
22
26.5
65
93
90
129R
12
30
60φ
40φ
40
40
18φ
11.5

附圖 II


267.5
120
280
196
162
111
195
195
357
335
229
145
60
115.6R
101F
120R
100.5R
455
90
252
265
65
93
60f
40f
115
40
40
19f

風車

昭和2年8月20日印刷
昭和2年8月25日發行

著者
安東幸二郎

發行兼印刷者
倉橋藤治郎
東京市麹町區有樂町1ノ1
社團法人工政會常務理事

發行所
工政會出版部
東京市麹町區有樂町(有樂館)
電話丸の内(23)3980
振替東京27724

價四・〇〇