

最近の高圧ポンプの動向

Recent Trends in High Pressure Pumps

田原晴男*
Haruo Tabara

内 容 梗 概

揚水発電所用揚水ポンプ、ボイラ給水ポンプ、デスクレーリングポンプ、鉱山用ポンプ、動力回収式ガス洗ポンプなどの高圧ポンプについて、その特長、最近の実績、問題点を述べる。揚水ポンプとしては、国内では九州電力諸塚発電所の 56,500 kW のポンプが完成し、海外では、さらに大形のポンプが続々完成する状況であるが、多段高揚程のポンプ水車兼用機の問題など未解決の問題が残されており、今後一層の進歩が期待される。ボイラ給水ポンプは、国内ではようやく 2,000 kW 級のポンプが実用化されてきたが、海外では 10,000 kW 以上のポンプが続々完成しており、この数年間の進歩は著しいものがある。火力プラントの進歩大形化につれて、今後ますます高性能のものが要求されることとなろう。

1. 緒 言

数多いポンプの種類の中で、高圧ポンプといわれるものは、主として高速回転数の多段タービンポンプであって、その用途はかなり広範囲にわたっているが、ポンプとしては最高の技術と経験を必要とするものである。特に最近注目を集めている揚水発電所用揚水ポンプと大容量火力発電所用ボイラ給水ポンプは、ポンプの中の花形ともいべきもので、急速に進展する需要者側の要求にこたえて、国内はもちろん世界のポンプメーカーがその成果を競っている。

揚水発電所用揚水ポンプは、最近九州電力諸塚発電所に 56,500 kW 立形揚水ポンプが完成して、国内において立形、横形、ポンプ水車兼用機の三つの代表的例がそろふことになり、一応世界的水準に達したが、諸外国ではさらに大形化の傾向にあつて、画期的な記録品が續々生れつつある。国内においても大形揚水発電所の建設の要望が次第に大きくなってきているので、今後大いに発展をとげるであろう。

火力発電所用ボイラ給水ポンプは、火力プラントの急速な発達と大容量化によって、高圧、高温、大容量化が進み、製作技術は各方面からくふうがこらさされていて、この数年間に大きく進歩したが、プラントの実績が諸外国に比して一歩遅れているように、ボイラ給水ポンプの経験実績についても諸外国特にアメリカのポンプメーカーから一歩の遅れをとっており、国内の新設大容量火力発電所の一部では、まだ輸入品が採用されている現状である。しかし、各ポンプメーカーとも真剣な研究をかさねているので、全面的な国産化を近い将来に期待できると思う。

このほか、代表的な高圧ポンプとしては、製鋼所で用いられるデスクレーリングポンプ、炭坑を始めとする各種鉱山用ポンプ、化学工場用動力回収式ガス洗ポンプなどがあつて需要は広範囲にわたっている。鉱山用ポンプとしては、坑内排水用のほかに、高圧水の噴射によって炭層を切りくずす水力採炭用ポンプ、坑内から石炭などを水力輸送するための高圧ポンプなどの新しい用途も開拓され、注目を浴びるようになった。

2. 揚水発電所用揚水ポンプ

揚水発電所は、大容量火力発電所の夜間などの余剰電力を利用して揚水し、系統出力の増加をはかる目的で設置されるもので、この目的から明らかなように、この発電所で使用する揚水ポンプは火力発電設備の出力に見合う大きな容量のものを必要とする。わが国における大規模な揚水発電所は、昭和 28 年に完成した東北電力沼沢

沼発電所⁽¹⁾が最初であつて、当時としては、画期的なポンプであつた。その後、アメリカにおける大容量のポンプ水車兼用機の建設 (Hiwassee, 76.1 MW), Limberg 発電所の横形ポンプ (63.5 MW), Lünensee 発電所の立形ポンプ (50 MW) などの大形揚水ポンプの製作の例にならつて、わが国においても、四国電力大森川発電所のポンプ水車兼用機 (15 MW)⁽²⁾, 九州電力諸塚発電所の立形揚水ポンプ (56.5 MW)⁽³⁾が相ついで建設された。揚水発電所の建設は、なお引続いて実施されており、近く完成が予定されるものに、関西電力王滝川発電所のポンプ水車兼用機 (37.9 MW), 中部電力畑薙発電所のポンプ水車兼用機 (46.5 MW), 四国電力穴内川発電所のポンプ水車兼用機 (14 MW), 東京電力矢木沢発電所のポンプ水車兼用機 (82 MW) などがある。大容量火力発電所の開発は、今後ますます活発になる機運にあるし、近い将来には原子力発電所の建設も予定されるので、揚水発電所の必要性はいよいよ増加するものと思われる。国内の揚水ポンプの仕様を第 1 表に示す。わが国の揚水発電所の方式は東北電力沼沢発電所、九州電力諸塚発電所の場合のように、ポンプと水車を別置する方式と、四国電力大森川発電所の場合のようにポンプと水車を一つの機械とする兼用機の方式とがあるが、全体として機械の大きさが小さくてすみ、発電所の建設費も少なくすむポンプ水車兼用機が今後大いに使用される機運にある。しかし、揚程の高い場合、急速な切り替えを要するときなどには、まだ別置方式のすぐれた点も多くあるので、この方式がまったく影をひそめることはまだ当分の間ないものと思う。

九州電力諸塚発電所の 56.5 MW 揚水ポンプは、1961 年はじめに運転にはいったが、建設当時としては、世界最大の立形揚水発電所用ポンプであつた。国内では、もちろん最大容量のポンプであるが、はじめての立形別置式の揚水発電所であつて、飛躍的な性能を有している。ポンプの構造は、第 1 図に示すように、立形 2 段のタービンポンプであつて上部より歯形継手を介して水車軸から動力の伝達を受けている。吐出口径は 1,800 mm, 羽根車の直径は約 3,300 mm, 全長 10 m という大形のもので、軸推力は下部の推力軸受によって支持されている。歯形継手は、発電運転中は、ポンプ軸を水車軸から切り離しておくもので、油圧操作によって自動的に着脱できるようくふうされている。ポンプの運転は、4 km 離れた親発電所より遠隔操作することができ、指令が発せられるとすべての動作は自動的に行なわれる。ポンプの最高効率、90% である。

海外において最近数年間に完成した代表例および計画中の例を第 2 表に示す。この表が示すように、海外の揚水ポンプの大容量化高性能化はまことにめざましいもので、各種の記録が次々と樹立されている。Limberg 発電所のポンプ (63.5 MW)⁽⁴⁾ はしばらく世界最大

* 日立製作所亀有工場

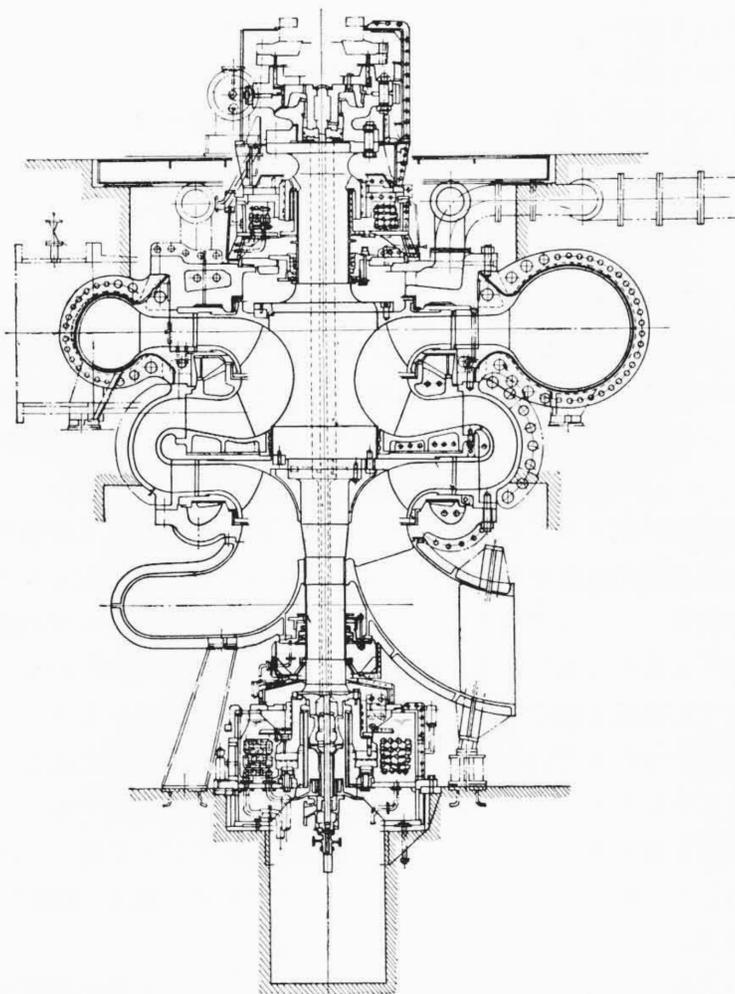
第1表 国内の揚水ポンプ

発電所	東北電力沼沢沼	四国電力大森川	九州電力諸塚	関西電力王滝川	中部電力畑薙	四国電力穴内川	東京電力矢木沢	神奈川県企画庁城山
形式	横軸両吸込2段タービンポンプ	立軸片吸込ポンプ水車兼用機	立軸片吸込2段タービンポンプ	立軸ポンプ水車兼用機	立軸ポンプ水車兼用機	立軸ポンプ水車兼用機	立軸ポンプ水車兼用機	立軸ポンプ水車兼用機
口径 (mm)	1,500	1,600	1,800	2,400	3,200	2,200		
全揚程 (m)	211	127.8~	241.4	143~	103.2~	75~40	63	133~186.2
吐出量 (m ³ /s)	7.9	13	18.6	31	50	12.15	107.5	44~22
回転数 (rpm)	500	400	300	277	200	360	150	300
電動機出力 (MW)	21	15	56.5	37	46.5	14	82	70
台数	2	1	1	1	3	1	3	4
切替方式	停止時切替 充水起立	停止時切替 無水起立	停止時切替 充水起立	停止時切替 無水起立	停止時切替 無水起立 アリスチャルマ(2)	停止時切替 充水起立	停止時切替 無水起立 アリスチャルマ(1)	停止時切替 無水起立 アリスチャルマ(2)
製作完成	日立 1953	日立 1960	日立 1961	日立 建設中	アリスチャルマ(1) 建設中	日立 建設中	日立 建設中	日立 建設中

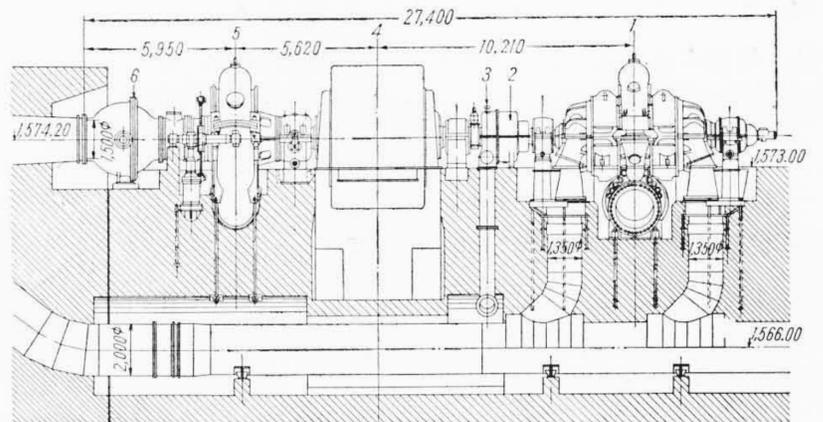
第2表 海外の揚水ポンプ

地点	所在国	形式	全揚程 (m)	吐出量 (m ³ /s)	回転数 (rpm)	電動機 (MW)	台数	製作	完成
Jansen (Reisach)	ドイツ	横軸2段両吸込タービンポンプ	170	14.5	333	28	2	V	1955
Limberg	オーストリア	横2段両吸込タービンポンプ	320	16.6	500	63.5	2	EW	1956
Lünersee	オーストリア	立軸5段タービンポンプ	960	3.8	750	50	5	EW(2) V(2) S(1)	1958
Reisseck	オーストリア	横軸8段タービンポンプ	1,070	0.45	1,500	7.5	2	S	1957
Geesthacht	ドイツ	横軸1段両吸込タービンポンプ	74	38.5	214.3	32	3	EW	1958
Sir Adam Beck	カナダ	立軸ポンプ水車兼用機	22.8	13.0	92.3	39	6	EE	1958
Tuscarora	アメリカ	立軸ポンプ水車兼用機	26	96	112.5	28	12	A	1961
Ffestiniog	イギリス	立軸2段両吸込タービンポンプ	305	21	428	82	4	S	1961
Vianden	リュクセンブルグ	横軸2段両吸込タービンポンプ	267	21	428	69	4	EW	1962
Taum Sauk	アメリカ	立軸ポンプ水車兼用機	244			175	2	A	1963

V: Voith EW: Escher Wyss S: Sulzer EE: English Electric A: Allis Chalmer



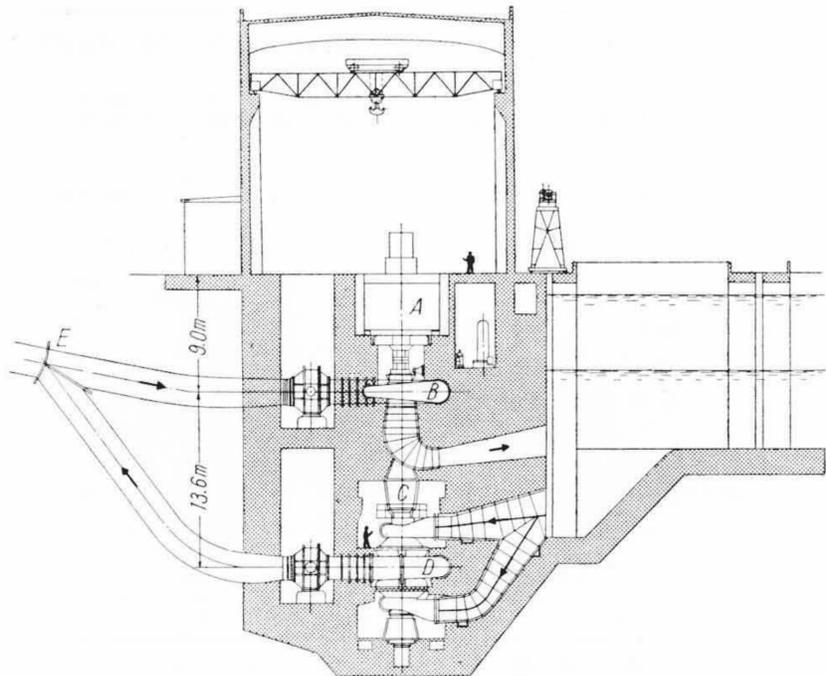
第1図 諸塚発電所揚水ポンプの構造



第2図 Limberg 発電所の揚水ポンプ

容量の揚水ポンプとして著名であったが、Ffestiniog 発電所の揚水ポンプ (82 MW) の完成によってその地位をゆずることになった。しかし、横形のポンプとしては、Limberg 発電所は最も代表的な例であって、切り替えには制動用の小ペルトン水車を用いていったん停

止し、ポンプ起動は充水起動の方式をとっている(第2図)。これに対応して Lünersee 発電所の揚水ポンプ (50 MW)⁽⁵⁾ は、立形の最も代表的な例であって、揚程が高いこと、継手にトルクコンバータ付歯形継手を使用していることが大きな特長である。Jansen (Reisach) 発電所のポンプ (28 MW)⁽⁶⁾ はあまり大容量とはいえないが、起動用小ペルトン水車をもっている例としてあげた。この場合は無水起動であって運転中切り替えができる。Reisseck 発電所のポンプ (7.5 MW)⁽⁷⁾ は、水車と別軸の方式で、揚水ポンプとしてはかなり小形に属するが、最高揚程の記録品である。Ffestiniog 発電所の揚水ポンプ (82 MW)⁽⁸⁾ は現在のところ世界最大のポンプであって、立形でありながら両吸込という思いきった設計をしている(第3図)。一方ポンプ水車兼用機としては、Sir Adam Beck 発電所の斜流形ポンプ水車兼用機⁽⁹⁾ (6台)、Tuscarora 発電所のフランシス形ポンプ水車兼用機⁽¹⁰⁾ (12台) などがあり、後者は、揚水発電所のプラント出力としておそらく世界最大であろう。計画中のものには、Taum Sauk 発電所のポンプ水車兼用機⁽¹⁰⁾があるが、これが完成すれば、



第 3 図 Ffestiniog 発電所の揚水ポンプ

ポンプ水車兼用機として記録的な高揚程大出力となるものと思われる。

揚水ポンプの問題として、最近特に取り上げられていることの一つは、切替方式の問題である。これは、揚水発電所の運転方式が、昔は年間数回の切り替えでよかったものが、現在では 1 日 1 回以上の切り替えが必要で、特に発電から揚水への切り替えは数分秒を争う。最近用いられている切替方式には次のようなものがある。

(1) 起動ペルトン水車付歯形継手による切り替え

この方式は、水車が運転中に切り替えを行なう方式で、ポンプケーシング内の水面を圧縮空気で押下げ、ポンプ軸に取り付けられている小ペルトン水車によってポンプ軸を無水状態で起動し、ポンプ軸が正規の回転数に達したときに歯形継手をかん入させる。この方式は、切替所要時間がかなり短く、広く使用されているが、あまり大容量の場合の実績はない。Jansen (Reisach) がこの例である。

(2) 制動ペルトン水車付歯形継手による切り替え

これは、構造としては(1)に似ているがペルトン水車を制動用を使用し、運転中の水車発電機を急速に停止させ、停止中に歯形継手のかん入を行うもので、起動は水車によって充水のまま実施する。Limberg の例しかなく、大容量の場合には確実な方法であって、横形に適している。切替時間は 10 分以内である。

(3) 歯形継手による切り替え

これは、方式としては(2)と同じだが、ペルトン水車による制動かわりに、電気制動その他の方法によって急速に停止させ、停止中に歯形継手のかん入を行うもので、起動は水車によって充水のまま実施する。諸塚、Ffestiniog、Geesthacht などがこの例である。切替時間は(2)と大差ないので、立形大容量の場合に適しているが、もちろん横形の場合にも使用できる。

(4) トルクコンバータ付歯形継手による切り替え

この方式は、運転時の切り替えであって、トルクコンバータによって充水中のポンプを起動加速し、回転数が上昇したら歯形継手をかん入する。充水起動であるから水面の押下げの必要はなく、運転時切り替えであるのでいったん停止する必要もないので、切替時間は最も短い。しかし、トルクコンバータをおくため機械の全長が長くなる欠点がある。Lünersee がこの代表例であるが、これ以上の大容量の場合についてはまだ使用実績がない。

(5) ポンプ水車兼用機の切り替え

この場合には、水車運転をいったん停止して水面押下を行ってから電動機によって無水起動する。これは別置形における停止時無水起動に相当するものであまり急速な切り替えは望めない。

第 3 表 ボイラ給水ポンプの仕様(国内)

プラント出力 (MW)	75	75	125	175	265
台数	3	3	3	4	4
段数	11	12	11	8	5+1
給水量 (t/h)	150	143	228	218	333
全揚程 (kg/cm ²)	127	184.2	158	191.1	232
押込圧力 (kg/cm ² g)	6	5.8	5.8	7.4	6.7
回転数 (rpm)	3,000	3,600	3,000	4,600	6,150
電動機 (kW)	900	1,300	1,600	1,800	3,000
給水温度 (°C)	150	155	154	165	165
流体接手備考	ナシ	アリ 強制貫流形ボイラ	ナシ	ナシ	アリ 強制貫流形ボイラ

第 4 表 国産ボイラ給水ポンプの記録品

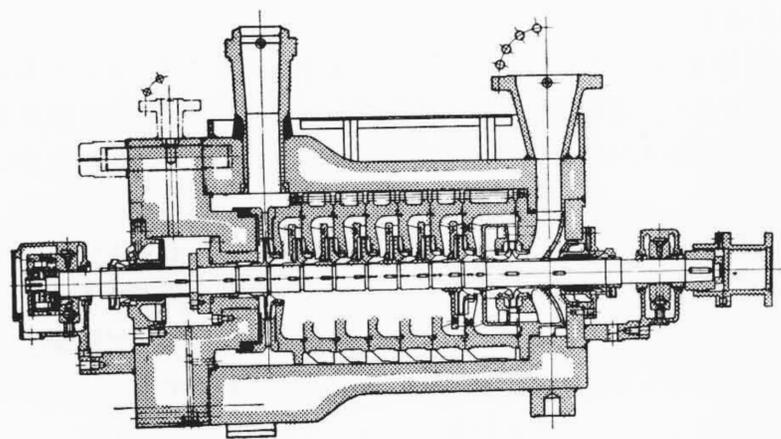
発電所	東京電力 (川崎)	東京電力 (川崎)	東北電力 (仙台)	中部電力 (新名古屋)
プラント出力 (MW)	175	175	175	220
台数	4	4	4	4
段数	8	9	4 (+ブースタ)	
給水量 (t/h)	218	218	218	270
全揚程 (kg/cm ²)	191.1	198.5	191.1	195
揚込圧力 (kg/cm ² g)	7.4	7.5	7.4	
回転数 (rpm)	4,600	5,400	8,361	6,050
電動機 (kW)	1,800	1,870	1,800	2,050
給水温度 (°C)	165	164	165	170
製作メーカー	日立	荏原-パイロ ンジャクソン	新潟-ウオ ーシントン	新三菱

揚水ポンプのもう一つの大きな問題点は、ポンプ水車兼用機の多段化による揚程の増加である。ポンプ水車兼用機の揚程は、1 段の場合でも従来の 100 m 程度から 200 m 以上に伸びようとしているが、それ以上の揚程に対しては 2 段以上のポンプ水車兼用機が研究されている。従来、後述の動力回収式ガス洗ポンプにおいて小容量のものでは多段の水車の製作実績があるが、揚水発電所のように大容量の実機では、まだ世界に実績がなく、ガイドベーン、水面押下の問題などいろいろむずかしい点があると思われるが、この方式が開発されれば、近い将来には大部分の揚水発電所はポンプ水車兼用機におきかえられるかも知れない。

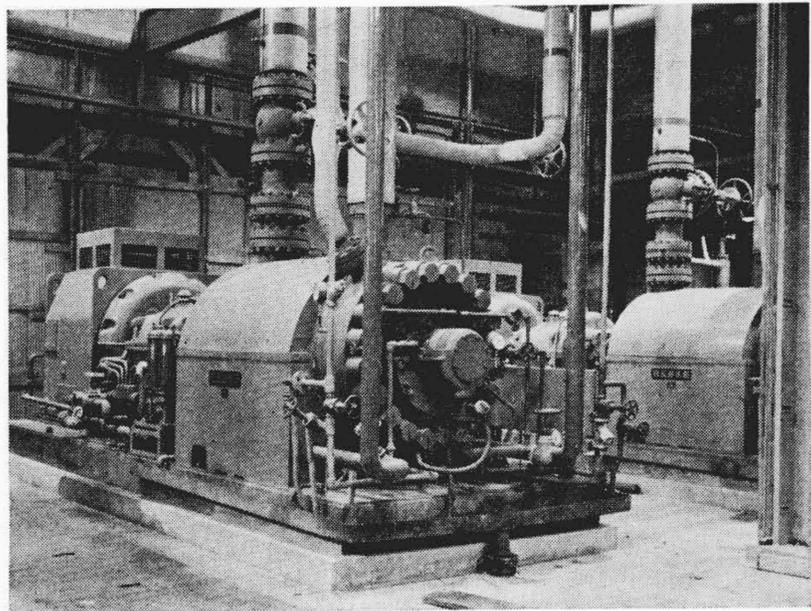
3. ボイラ給水ポンプ

火力発電所の心臓部ともいべきボイラ給水ポンプは、昭和 30 年に国産としてはじめて近代的大形給水ポンプを東京電力新東京発電所(66 MW)⁽¹¹⁾ に日立製作所が製作約入して以後、火力発電所の発達とともに絶え間ない前進をつづけてきた。発電所の大容量化に伴って、ポンプの仕様は高温・高圧化と大形化を進めてきたが、この数年来国内のプラントで使用されたボイラ給水ポンプおよび製作中のものの仕様の比較を第 3 表に示す。プラントの大形化とともに、強制貫流形のボイラが採用されるようになってきて、ポンプの高温・高圧・大形化は著しいものがある。国内では 265 MW のプラントがすでに運転を続けていて、325 MW 以上のプラントもすでに具体的計画にはいつている。最近までに国内のメーカーが完成した大容量ボイラ給水ポンプは、175 MW ないし 220 MW 用であって、その仕様を第 4 表に示す。これをこす出力のプラントに対しては、現在のところ輸入にたよっているのが現状である。第 4、5 図は、175 MW 用のポンプの構造断面図とその外観である。

一方海外では、450 MW から 600 MW という大形の発電所が続々完成し、超臨界圧発電所などの強制貫流形ボイラの使用が多くなってきたこと、発電所 1 基に対する台数が逆に減少してきたことから、ポンプ 1 台の容量は飛躍的に増大するにいたった。第 5 表は海外における代表的な大容量ボイラ給水ポンプの例を示す。これらのポンプはいずれも各ポンプメーカーが世界最高のボイラ給水ポンプとして誇っているものであるが、軸動力からいえば、インガース



第4図 ボイラ給水ポンプ(175 MW)の構造



第5図 ボイラ給水ポンプ(175 MW)の外観

第5表 海外の大容量ボイラ給水ポンプ

発電所	Breed	Astoria	Thorpe Marsh	Paradise
プラント出力 (MW)	450	340	550	600
段数	7	5	5	5
給水量 (t/h)	1,370	1,270	1,800	1,360
吐出圧力 (kg/cm ² g)	320		196	
全揚程 (kg/cm ²)		172	134	240
回転数 (rpm)	3,600	3,510	3,000	5,500
軸動力 (PS)	22,000	12,000	12,420	15,700
給水温度 (°C)		184	250	171
駆動方法	タービン駆動	主発電機駆動	タービン駆動	タービン駆動
ポンプメーカー	インガースランド(米)	パイロソクソン(米)	ウェア(英)	パシフィック(米)

ルランド社の22,000 PSが最大である。

次にボイラ給水ポンプの最近の問題点について述べてみよう。

(1) 形式、構造

高圧大容量のボイラ給水ポンプはいわゆるバーレル形構造が絶対的な構造であって、容量が小さい時代にはかなり高圧のものでも一重ケーシングが用いられたこともあったが、現在の大型給水ポンプは、すべてバーレル形が採用されている。しかし、内部ケーシングの構造は必ずしも統一されておらず、輪切形ケーシングと水平二つ割れ形ケーシングの二つの流れを形づくっている。この二つは、あまり圧力が高くない時代の一重ケーシングの輪切形ポンプと水平二つ割れ形ポンプの二つの流れがそのまま継承されていると考えられるが、各専門メーカーの努力によって、その性能、構造などについてはほとんど優劣はないと考えられる。しかし、アメリカの例についていえば、インガースランド、パシフィック、ウォーシントンなどで代表される輪切形ポンプのほうが、はるかに生産台数が多いようである。

(2) 回転数

ポンプの仕様が高圧・大容量になってくると、2極の電動機直結の回転数3,000~3,600 rpmではあまりに段数が多くなりすぎて、軸のたわみが多くなり設計がむずかしくなるので、回転数を高くする必要はある。50サイクル地区では175 MW以上、60サイクル地区では156 MW以上が高速化を必要とする限界であって、第3表に示したように、4,000~7,000 rpmの高速回転数がとられている。ギヤ増速機その他の設計によって、一度高速化の方針をきめれば、この回転数はかなり自由に選べる。しかし、10,000 rpm付近の高速にすると、振動、騒音などが著しく問題になってくるし、羽根車の周速がふえて、羽根車などの腐食も慎重に考慮せねばならない。したがって、できれば必要の範囲内で低い回転数を選ぶべきで、7,000 rpm以下の場合が多い。大容量になると、圧力よりも給水量の増加のほうが多いので、逆にそれほど高速回転数の必要がなくなってくる場合が多い。

(3) 駆動方式

ポンプの軸動力が数千kWの間はボイラ給水ポンプの駆動には電動機がもっぱら使用され、高速回転数の場合にはギヤ増速機によってきたが、軸動力が大きくなると、タービン駆動のほうが便利になってくる。タービン駆動の場合には、高速回転数が自由に選べるのでギヤ増速機の必要はないが、電動機駆動の場合に比べて蒸気配管、速度制御などはあまり簡単ではないうらみがある。特殊な例として主発電機駆動がある。第5表のAstoria発電所の例⁽¹²⁾がこれに当るが、発電所一基に対してポンプを1~2台とし、ほかに起動用の小容量ポンプを別置するのが普通である。これは、発電所内のボイラ給水ポンプの地位を、ボイラ、タービン発電機と同格においたもので、これからの大型プラントのあり方を示唆するものである。

(4) 速度制御

超臨界圧発電所などの強制貫流形ボイラが広く採用されるようになってきて、発電所の負荷変化に対応するためポンプの速度制御が問題になってきた。電動機駆動の場合には、流体継手を途中に入れて速度制御をするが、タービン駆動の場合には、タービンの回転数を変えて直接制御することができる。いずれにしてもプラントの性質上、負荷変化に対する速応性が強く望まれている。

(5) 軸封装置

ポンプが大容量、高速化してくると、軸封部の軸の周速が急速に増大してきて、コイル形のグランドパッキンでは非常に寿命が短くなり使用に耐えなくなる。そこでこの対策として、パックス方式とフローティングリングパッキンが考えられていて、各社ともこのいずれかを使用してきている。パックス方式というのは、軸封部に軸スリーブとブッシュの間を細げきにして外部から冷水を封水し、内部からの高温水の流出を防ぐ方式で、フローティングリングパッキンとは、角パッキンの代りにカーボンまたはステンレス鋼のリングをおいて内部からの漏えいをくいとめる構造である。いずれの場合でも相当の封水を必要とし、復水ポンプの吐出口からの圧力水を減圧して使用する。このほかに、高圧用のメカニカルシールを使用することもできるが、大容量給水ポンプ用としては一般化されていない。

4. デスケーリングポンプ

製鋼工場において鋼材を熱間圧延する工程で、高圧の水を鋼材に噴射して表面のスケールを除去するのがデスケーリングポンプである。スケールの除去は製品の品質を高めるだけでなく、ロールの寿命を長くすることができ、最近の製鋼工場では、欠くべからざる要素となっている。ポンプの吐出圧力は、以前は70 kg/cm²級が使用

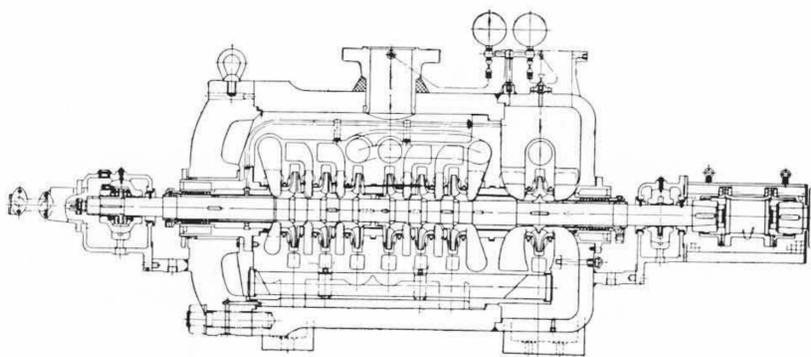
されていたが、最近では 100 kg/cm² 級が常識になってきたし、設備の大形化に伴ってポンプの軸動力は 1,000 kW 以上に大容量化するにいたっている。このほか、鋼材の進行に伴って、1 分に 1 回というひん度で噴射と締め切りをくり返すという過酷な条件で使用するのでポンプの製作にはボイラ給水ポンプと同様の高度の技術を必要とする。ポンプの構造には、この使用条件からセルフバランス式の構造が好んで採用され、圧力の高い場合にはバレル形が適している。最近数年の間に製作したこのポンプの実績を第 6 表に示す。表中には製作中のものも含んでいる。容量では、富士製鉄と東海製鉄の 1,400 kW ポンプが国産最大である⁽¹³⁾。また吐出圧力では日新製鋼南陽工場 125 kg/cm²g が最高記録品である。第 6, 7 図は 1,400 kW デスケーリングポンプの構造とその外観を示す。

5. 鉱山用ポンプ

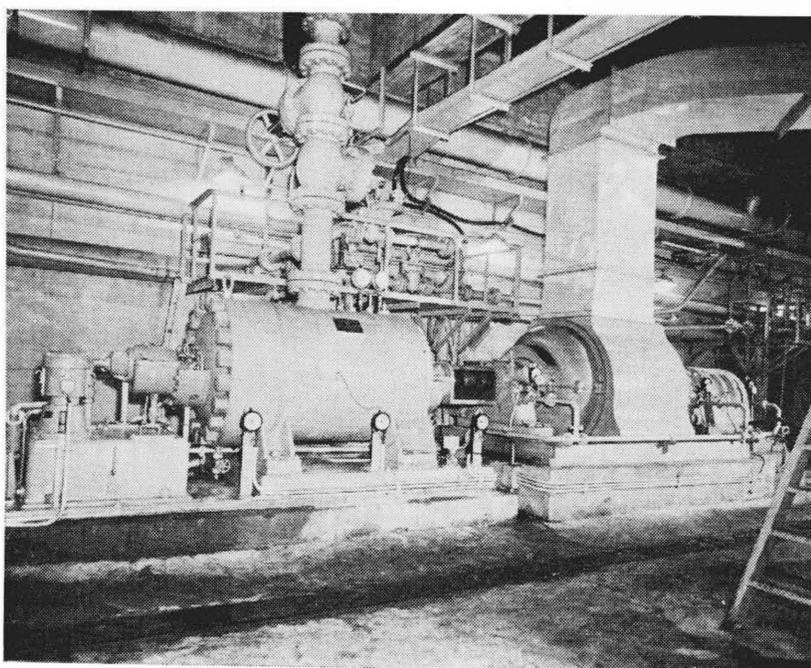
鉱山用ポンプとしては、坑内排水ポンプのほかに最近注目を浴びているものに水力採炭用高圧ポンプと石炭の水力輸送装置用のポン

第 6 表 大形デスケーリングポンプ (750 kW 以上)

会社名	形式	段数	吐出量 (m ³ /min)	吐出圧力 (kg/cm ² g)	回転数 (rpm)	電動機 (kW)	台数	ポンプメーカー
富士鉄(広畑)	バレル形多段リユートポンプ	7	3.22	107.6	3,600	820	4	日立
富士鉄(室蘭)	バレル形多段リユートポンプ	7	5.7	105.5	3,000	1,400	2	日立
ミナス製鉄所	バレル形多段リユートポンプ	6	4.73	95	3,600	1,120	2	日立
八幡鉄	多段リユートポンプ	6	3	97.8	3,600	750	1	日立
東海製鉄	バレル形多段リユートポンプ	6	5	110	3,600	1,400	2	日立
八幡鉄	バレル形多段リユートポンプ	7	3.22	107.6	3,600	820	5	日立
日本鋼管(川崎)	多段リユートポンプ	6	2.5	100	5,000	750	2	新三菱



第 6 図 1,400 kW デスケーリングポンプの構造



第 7 図 1,400 kW デスケーリングポンプの外観

プとがある。

坑内排水ポンプについては作業の能率化をはかるために大形化が進んでおり、常磐炭砒には 1,630 kW の記録的大容量の排水ポンプが最近数年間に相ついで据付けられ、合計 8 台にも及んでいる⁽¹⁴⁾。

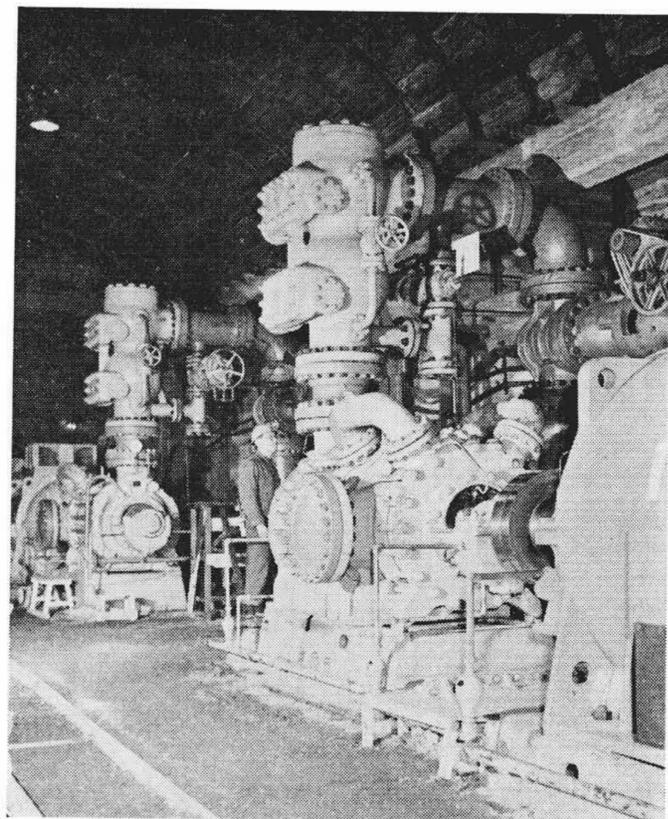
水力採炭用のポンプは、高圧水を炭層に噴射して石炭を切りくずすもの、水力輸送用のポンプは、この石炭を坑外に圧送する hidroホイストに使用するものでいずれも鉱山用ポンプとして記録的高揚程のものである。第 8 図は常磐炭砒の 1,630 kW のポンプであって、第 7 表はこれらの代表的鉱山用ポンプの例を示す。

6. 動力回収式ガス洗ポンプ

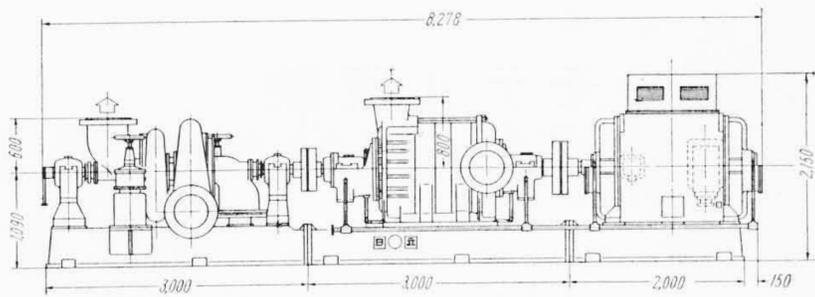
化学工場において、生成ガスの洗浄塔に水を圧送して、ガス内の炭酸ガスなどの不純物を取り去る役割を果すポンプをガス洗ポンプとよんでいるが、この水がガスの洗浄を終えた後でもなお圧力をもっているので、このエネルギーを利用してポンプと同軸の水車を運転してポンプの軸動力を軽減することがある。この水車は仕様によっていろいろの形式を採用することができるが、水が腐食性であるのでペルトン水車は適当でなく、フランシス水車が好んで用いられ、高落差の場合には多段水車とする。ポンプと水車を 1 体構造とし同じケーシングに組み込み、1 本の軸の上にポンプ用羽根車と水車用羽根車を取り付ける方式が全体を小形軽量化するのに便利であるが、落差が相当に大きい場合には段数がふえるので、別のケーシングとして軸を直結とする方式が採られる。第 9 図は東洋高圧千葉工

第 7 表 鉱山用ポンプ

納先	常磐炭砒	常磐炭砒	宇部興産	神林炭砒	明治鉱業
段数	6	7	6	12	10+10
形式	輪切形タービンポンプ	輪切形タービンポンプ	輪切形タービンポンプ	輪切形タービンポンプ	輪切形タービンポンプ
吐出量 (m ³ /min)	13	10.2	10	3	2.5
全揚程 (m)	570	680	390	836	325+325
回転数 (rpm)	1,500	1,500	1,500	1,800	1,500
電動機 (kW)	1,630	1,630	970	670	225+225
水温 (°C)	50	60			
台数	4	4	2	2	1+1
備考			全自動	hidroホイスト用	水力採炭用 2 台直列



第 8 図 1,630 kW 坑内排水ポンプ



第9図 動力回収式ガス洗ポンプ

業所の最近の記録品であって、ポンプのほかに二つの水車を持ち、動力の回収を徹底して行なっている。ポンプは 1,400 kW 3段のタービンポンプ、第一次回収部の回収動力は 330 kW、第二次回収部の回収動力は 119 kW である。

7. 結 言

最近数年間に大きく進歩した高圧ポンプについて、その問題点について述べた。高圧ポンプとしては、揚水発電所揚水ポンプ、ボイラ給水ポンプ、デスクーリングポンプ、鉱山用ポンプ、動力回収式ガス洗ポンプなどが代表的であるが、特に揚水ポンプとボイラ給水ポンプとは、最も高度の製作技術を必要とするもので内外各社が最

も力を入れているポンプである。揚水発電所用揚水ポンプは、諸塚発電所の56,500 kW が完成して国内でも大形揚水ポンプの各形式がそろふことになり、容量からいっても世界的水準に達している。しかし切替方式、多段ポンプ水車兼用機の問題など今後の研究にまつべき点が少ないので、ますます今後の発展が期待される。ボイラ給水ポンプは世界的水準にまだ一歩遅れている感があるが、国内メーカーが絶え間ない努力を続けているので全面的な国産化も近い将来達成できるものと思う。

参 考 文 献

- (1) 本多：日評第 35 卷第 4 号，8
- (2) 外岡，永沼：日評第 41 卷第 11 号，31
- (3) 寺田，田原，細田：日評第 43 卷第 5 号，16 (昭 36 年)
- (4) Water Power: Sep. 1956, 356
- (5) The Engineer: Aug. 1957, 240
- (6) Water Power: Jul. 1960, 255
- (7) Sulzer Technical Review: 4/1958, 3
- (8) Sulzer Technical Review: 3/1958, 75
- (9) The Engineer: Dec. 18, 1959, 806
- (10) Mechanical Egg.: Mar. 1960, 74
- (11) 寺田：産業機械，1955，12 月，56
- (12) Power: Oct. 1956, 102
- (13) 田原：日評別冊第 29 号，35 (昭 34 年)
- (14) 田原：産業機械，1958，11 月，50



新 案 の 紹 介



登録新案第 535807 号

志田 孝太郎

搬 器 自 動 傾 斜 装 置

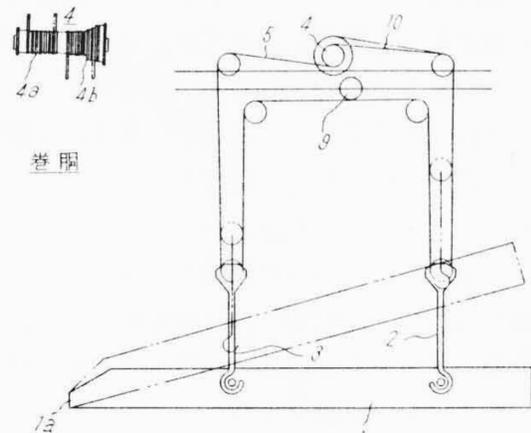
この装置は、搬器の巻き上げおよび所定の巻き上げ位置における傾斜を、単一の巻胴により自動的に行なえるようにしたもので、その構造上の特徴は次の点にある。

搬器 1 をつり下げる巻き上げロープ 5, 10 の一方 5 を単一の巻胴 4 の小径円筒部 4 a に始終巻きとるよう連結する。他方のロープ 10 を巻胴 4 の小径円筒部 4 a から円錐部 4 b に巻きとるよう連結する。

巻胴 4 を巻き取り方向に駆動すると、巻き上ロープ 5, 10 がともに小径円筒部 4 a に巻きとられる間は搬器 1 は水平状態のまま巻き上げられる。そして巻き上げロープ 10 が円錐部 4 b に巻きとられると搬器 1 は鎖線のように傾斜して搬器内の扱ひ物が放出される。したがって、小径円筒部 4 a の直径および長さ、円錐部 4 b の大きさ、巻き上げロープの巻きはじめを適当に選べば、搬器 1 の一端 1 a を傾斜起点の位置のまま搬器 1 を鎖線のように傾斜させることができる。

なお、巻胴 9 はフック 2, 3 が通常時に同一高さになるよう調整するためのものである。

この装置を装入クレーンのトロリに装備した場合、単一の巻胴に



搬器自動傾斜装置

より搬器の巻き上げおよび傾斜を自動的に行なうことができるので、運転操作が容易となり設備費も少なくてすむ。(富田)

Vol. 44 日 立 評 論 No. 2
目 次

- ◎大形ボイラ空気予熱器の振動と対管
- ◎タービンノズル翼の振動
- ◎タービン車軸危険速度の横形実験
- ◎無接点位置検出器
- ◎電動機用グリースの検討(第4報)
- ◎大電流点接触子の溶着現象について
- ◎カム形ユニットスイッチの諸特性
- ◎LPG 移充てん設備について
- ◎ニッサンセドリック用暖房装置
- ◎エレベータ振動の解析

- ◎電子冷蔵庫の研究
- ◎押ボタン共電式交換機(その1)
- ◎ストロージヤスイッチの改良(その3)
- ◎超短波移動用自動選択呼出装置
- ◎P7 ブラウン管残光試験
- ◎エナメル線の熱衝撃の二、三の考察
- ◎エポキシ樹脂を用いた電力ケーブル用油止接続箱
- ◎抜型用高 C, Cr, Mo 鋼に及ぼす V の影響
- ◎UHF 送信管の使い方(技術者ノート)

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番
取次店 株式会社 オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番