

### 第3章 ポンプ

#### 3.1 関連規格及び適用範囲

ポンプとは、液体を加圧して輸送する機器で、通常、その性能は送水流量、揚程（送水圧を、水を汲み上げ得る高さに換算した長さ、ほぼ1気圧=10.2 m水柱=100 kPa）と効率で表示される。ポンプの作動原理による分類は以下のとおりである。

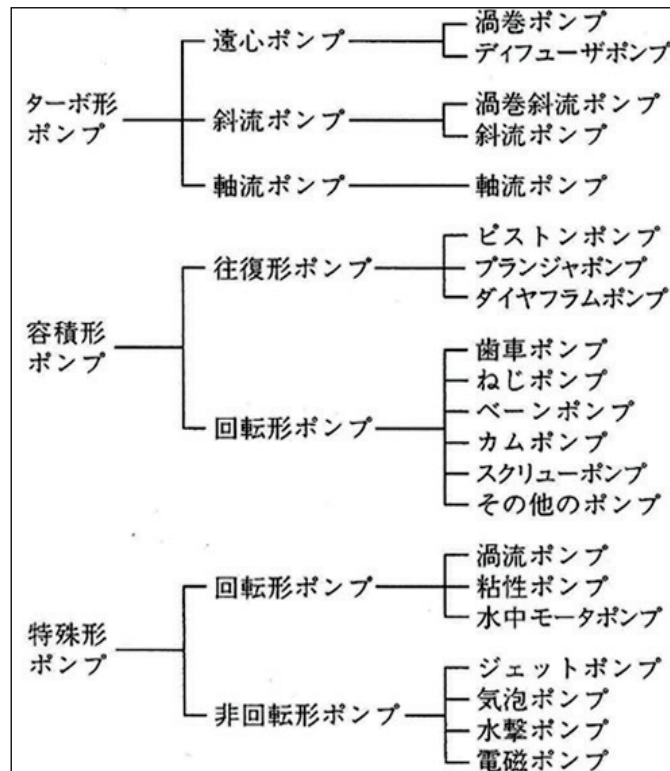


図 3.1.1 ポンプの分類

関連規格を表 3.1.1 に示す。日本規格協会の「JIS B 0131 ターボポンプ用語」では、ターボポンプ（遠心ポンプ、斜流ポンプ、軸流ポンプなどの総称）、渦巻ポンプ、ディフューザポンプ、ディフューザ形斜流ポンプ、渦巻斜流ポンプに分類している。規格で用いるポンプの主な用語の定義は、JIS B 0131 によるが、水封式真空ポンプは、JIS B 0131 と JIS B 0132 による。

表 3.1.1 ポンプの性能等に係る関連規格

No.		規格番号	規格及び資料名称	適用範囲
①	関連定義に規定	JIS B 0131 : 2002	ターボポンプ用語	この規格は、一般に使用されるターボポンプ及びその部品に用いられる主な用語及びそれらに関連する水力用語とその定義について規定する。
②		JIS B 0132 : 2005	送風機・圧縮機用語	この規格は、送風機、圧縮機及びその部品に用いられる主な用語並びに空力用語とその定義について規定する。
③	関連性能に規定	JIS B 8313 : 2003	小形渦巻ポンプ	0～40℃の清水を取り扱う片吸込形単段で最高使用圧力1 MPaまでに使用する吸込口径40～200mmの一般用小形渦巻ポンプで、共通ベース上で50 Hz又は60 Hzの2極又は4極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるものについて規定する。
④		JIS B 8319 : 2003	小形多段遠心ポンプ	0～40℃の清水を取り扱う片吸込形単段で最高使用圧力2.75 MPaまでに使用する吸込口径50～200mm、段数2～15段の一般用小形多段遠心ポンプで、共通ベース上で50 Hz又は60 Hzの2極又は4極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるものについて規定する。
⑤		JIS B 8322 : 2003	両吸込渦巻ポンプ	0～40℃の清水を取り扱う両吸込横軸形単段で最高使用圧力1.4 MPaまでに使用する吸込口径200～500mmの一般用両吸込渦巻ポンプで、共通ベース上で50 Hz又は60 Hzの4極、6極又は8極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるものについて規定する。
⑥		JIS B 8323 : 2003	水封式真空ポンプ	吸込口径20～150mmの一般用水封式真空ポンプで、共通ベース上で50 Hz又は60 Hz三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるものについて規定する。なお、ポンプが取り扱う気体は、一般に-10～50℃の空気とする。
⑦		JIS B 8324 : 2003	深井戸用水中モータポンプ	この規格は、水温10～25℃の清水を取り扱うポンプ口径が25～200mmの片吸込遠心形又は斜流形の深井戸用水中モータポンプで、井戸ふた又は取付バンドに取り付けられた揚水管の下部につり下げられ、その下部に50Hz又は60Hzの2極水中三相誘導電動機を軸継手によって直結し、その最大潜没深さが100m以内のものについて規定したものであるが、最近の使用の実態を踏まえて、規格内容の充実を図るため、改正を行うものである。 主な改正点は、以下のとおりである。 1. 試験及び検査方法の規定をJISB8301のポンプの試験方法の規格に整合させる。 2. ポンプの構成要素の内容について、ISO9908（技術仕様書クラス 3）との整合化を図り、その一部を改正する。
⑧		JIS B 8325 : 2003	設備排水用水中モータポンプ	建築物その他の設備から生じる水温0～40℃、pH5～9、含まれる固形物の大きさ20mm以下の汚水・雑排水を取り扱うポンプ口径が32～150mmの片吸込単段遠心形の設備排水用水中モータポンプで、貯留槽内につり下げ又は据置きされ、50 Hz又は60 Hzの、2極又は4極水中誘導電動機を、共通軸又は軸継手によって直結したものについて規定する。
⑨	JIS A 8604 : 2009	工事用水中ポンプ	この規格は、片吸込、単段及び遠心形でポンプ径32～250mmの土木建築その他の工事に使用する仮設・	

				可搬式の水中ポンプで、定格周波数50 Hz又は60 Hzの2極、4極若しくは6極の水中形三相誘導電動機、又は2極若しくは4極の水中形单相誘導電動機と、共通軸で直接連結したものについて規定する。
⑩	関 試 験 す 方 規 法 定 に	JIS B 8301 : 2000	遠心ポンプ、斜流 ポンプ及び軸流 ポンプ—試験方 法	この規格は、遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプの受渡試験について規定する。この規格はいかなる大きさのポンプ及びJIS B 8301の5.4.5.1で規定する清水の特性をもついかなる揚液に対しても適用してよい。この規格は、ポンプの構造の詳細及びその部品の機械的特性に関係しない。この規格では、測定精度に等級2及び等級1がある。通常の試験は等級2で行い、より高い精度の試験には等級1を用いる。ただし、代表的な性能曲線によって選定するはん用ポンプ及び駆動機動力が10 kW未満のポンプは、当規格の附属書Aによる。
⑪		JIS B 8302 : 2002	ポンプ吐出し量 測定方法	この規格は、工場においてポンプの吐出し量を測定する方法について規定する。

### 3.2 エネルギー評価に影響を与えるパラメータ

#### (1) 定格流量

JIS B 0131では、吐出し量の慣用語は規定流量であり、受渡当事者間の契約で取り決められた吐出し量と定義されている。また、規定吐出し量は、吸込口径に対し、表 3.2.2の範囲内とする。試験方法は、JIS B 8301により、吐出し量の測定は、JIS B 8301の附属書L又は「JIS B 8302 : 2002ポンプ吐出し量測定方法」による。概要を表 3.2.1に示す。

表 3.2.1 規定吐き出し量（規定流量）の試験方法

項目	概要
試験方法	<p>吐き出し量の測定は、次のいずれかの方法による。</p> <p>せきによる方法</p> <p>1) 直角三角せき</p> $Q = Kh^{\frac{5}{2}}$ <p>Q : 流量 (m<sup>3</sup>/mm)  h : せきのヘッド (m)  K : 流量係数</p> $= 81.2 + \frac{0.24}{h} + \left( 8.4 + \frac{12}{\sqrt{D}} \right) \left( \frac{h}{B} + 0.09 \right)^2$ <p>B : 水路の幅 (m)  D : 水路の底面から切欠底点までの高さ (m)</p> <p>※この式の適用範囲は、次による。  B=0.5~1.2m、D=0.1~0.75m、h=0.07~0.26m (ただし、hはB/3以下とする。)</p>
	<p>2) 四角せき</p> $Q = Kbh^{\frac{3}{2}}$ <p>Q : 流量 (m<sup>3</sup>/mm)  b : せきの幅 (m)  h : せきのヘッド (m)  K : 流量係数</p> $= 107.1 + \frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} - 25.7 \sqrt{\frac{(B-b)h}{DB}} + 2.04 \sqrt{\frac{B}{D}}$ <p>B : 水路の幅 (m)  D : 水路の底面から切欠下縁までの高さ (m)</p> <p>※この式の適用範囲は、次による。  B=0.5~6.3m、b=0.15~5m、D=0.15~3.5m (ただし、<math>\frac{bD}{B^2} \geq 0.06</math> とする。)、h=0.03~0.45√b m</p> <p>3) 全幅せき</p> $Q = Kbh^{\frac{3}{2}}$ <p>Q : 流量 (m<sup>3</sup>/mm)  b : せきの幅 (m)  h : せきのヘッド (m)  K : 流量係数</p> $= 107.1 + \left( \frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} \right) (1 + \varepsilon)$ <p>D : 水路の底面から切欠下縁までの高さ (m)  ε : 補正項  Dが1m以下の場合には、ε=0  Dが1m以上の場合には、ε=0.55 (D-1)</p> <p>※この式の適用範囲は、次による。  B=b≥0.5m、D=0.3~2.5m、h=0.03~D m (ただし、hは0.8mで、かつb/4以下とする。)</p> <p>絞り機構による方法</p> <p>1) オリフィス  2) ISA 1932 ノズル  3) 長円ノズル</p>

- 4) 円すい形ベンチュリ管
- 5) ノズル形ベンチュリ管

$$Q=60CEa\sqrt{2gh}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/mm)  
C : 流出係数

$$E : \text{近寄り速度係数} = (1 - \beta^4)^{-\frac{1}{2}}$$

$$a : \text{開口断面積} = \frac{\pi}{4}d^2 \quad (d=\text{絞りまたはスロートの穴径}) \quad (\text{m}^2)$$

g : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)  
h : ヘッド差 (m)

#### 計器による方法

- 1) フロート形面積流量計
- 2) 電磁流量計
- 3) タービン流量計
  - 容器による方法

- 1) 質量法

$$Q=60\frac{M}{\rho t}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/mm)  
M : t秒間に容器に入った液の質量 (kg)  
 $\rho$  : 測定時の温度における液の密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
t : Mの液を入れるのに必要とした時間 (s)

- 2) 容積法

$$Q=60\frac{V}{t}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/mm)  
V : t秒間に容器に入った液の体積 (m<sup>3</sup>)  
t : Vの液を入れるのに必要とした時間 (s)

備考1 : せき、絞り機構及び計器による方法は、JIS B 8301の5.4.5.1に規定する清水又は海水の定常な流量の測定に適用する。

備考2 : 容器による方法は、上記の水以外の液体の流量の測定にも適用してよい。

表 3.2.2 吐出し量範囲

規格名称			吐出し量範囲 (単位: m <sup>3</sup> /mm)									
(1) JIS B 8313 (2003) : 小形渦巻ポンプ	吸込口径 (mm)		40	50	65	80	100	125	50	200		
	吐出し 量 範囲	50 HZ	2極	—	0.10~0.32	0.20~0.63	0.40~1.25	0.80~2.5	1.6~5.0	—	—	
			4極	— (0.16以下)	0.16以下 (0.10~ 0.32)	0.10~0.32 (0.20~ 0.63)	0.20~0.63 (0.40~ 1.25)	0.40~1.25 又は 0.63~.0	0.80~2.5 又は 1.0~3.15	1.6~5.0	3.15~10.0 又は 2.5~8.0	
	60 HZ	2極	—	0.12~0.40	0.25~0.80	0.50~1.60	1.00~3.15	2.0~6.3	—	—		
		4極	— (0.20以下)	0.20以下 (0.12~ 0.40)	0.12~0.40 (0.25~ 0.80)	0.25~0.80 (0.50~ 1.60)	0.50~1.60 又は 0.80~2.5	1.0~3.15 又は 1.25~4.0	2.0~6.	4.0~12.5 又は 3.15~10.0		
	(2) JIS B 8319 (2003) : 小形多段遠心ポンプ	吸込口径 (mm)		50	65	8	100	125	150	200		
		吐出し 量 範囲	50 HZ	2極	0.32以下	0.20~0.63	0.40~1.25	0.80~2.5	1.6~5.0	—	—	
				4極	0.16以下	0.10~0.32	0.20~0.63	0.40~1.25	0.80~25	1.6~5.0	3.15~10.0	
60 HZ		2極	0.40以下	0.25~0.80	0.50~1.60	1.0~3.15	2.0~6.3	—	—			
		4極	0.20以下	0.12~0.40	0.25~0.80	0.50~1.60	1.0~3.15	2.0~6.3	4.0~12.5			
(3) JIS B 8322 (2003) : 両吸込渦巻ポンプ		吸込口径 (mm)		200	250	300	350	400	450	500		
	吐出し 量 範囲	50 HZ	2極	2.1~6.7	4.2~13.	6~19	8.5~26.5	11.8~37.5	—	—		
			4極	—	—	4.2~13.2	6~19	8.5~26.5	11.8~37.5	17~53		
			8極	—	—	—	—	—	8.5~26.5	11.8~37.5		
	60 HZ	2極	2.5~8.0	5.0~16	7.1~22.4	10~31.5	14~45	—	—			
		4極	—	—	5.0~16	7.1~22.4	10~31.5	14~45	20~63			
	8極	—	—	—	—	—	10~31.5	14~45				

(4) JIS B 8323 (2003) : 水封式真空ポンプ	—									
(5) JIS B 8325 (2003) : 設備排水用水中モータポンプ	吸込口径 (mm)	32	40	50	65	80	100	125	150	
	吐出し 量 範 囲	50 HZ	0.12以下	0.10~0.20	0.16~0.32	0.25~ 0.50	0.40~0.80	0.63~1.25	1.00~2.00	1.60~3.15
		60 HZ	0.14以下	0.11~0.22	0.18~0.36	0.28~ 0.56	0.45~0.90	0.71~1.40	1.12~2.4	1.80~3.55

なお、上記の規格（JIS B 8323（2003）：水封式真空ポンプを除く）における性能の許容幅は、JIS B 8301：遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプ—試験方法の6.3（性能の許容差）による。

表 3.2.3 性能の許容幅

物理量	記号	等級1 (%)	等級2 (%)		
			a) 許容範囲が特に規定される場合	b) 一般ポンプの場合	
				1. 代表的な性能曲線によって選定するはん用ポンプ	2. 駆動機動力が10 kW未満のポンプ
吐出し量	$t_Q$	±4.5	±8	±9	±10
全揚程	$t_H$	±3	±5	±7	±8
				規定全揚程での吐出し量は、規定吐出し量か、又はそれより大で、規定吐出し量において、規定動力を超えない*。	
ポンプ効率	$t_\eta$	-3	-5	-7	$-\left[10\left(1-\frac{P_{gr}}{10}\right)+7\right]$

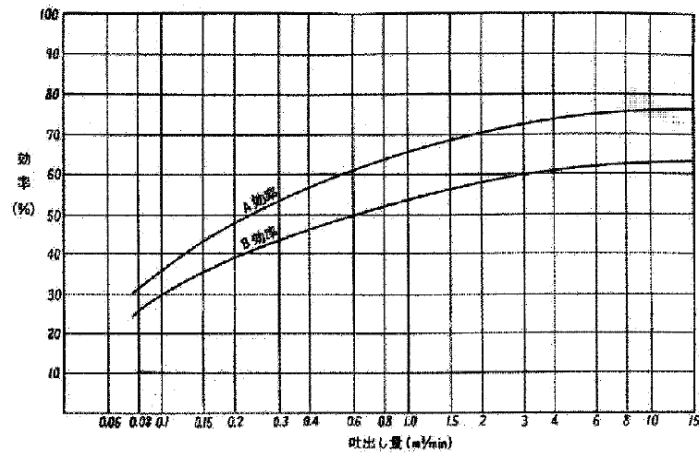
※代表的な性能曲線によって選定するはん用ポンプ及び駆動機動力が10 kW未満のポンプに対する許容幅は、JIS B 8301の附属書Aに示す。  
 \* 規定動力を超えてはならない場合の条件は、次による。  
 a) 使用運転範囲が規定されている場合には、その運転範囲において規定動力を超えてはならない。  
 b) 装置の抵抗曲線が明示されている場合には、装置の抵抗曲線との交点の吐出し量において規定動力を超えてはならない。

## (2) ポンプ効率

ポンプ効率は、吐出し量に応じた最高ポンプ効率の下限値、また規定吐出し量におけるポンプ効率の下限値が示されている。メーカーカタログでは、仕様を決定する際は、B効率の値を参考にしよう推奨している。

### ① 小型渦巻ポンプ（JIS B 8313）、小形多段遠心ポンプ（JIS B 8319）

ポンプ効率の最高値は、その吐出し量における図3.2.1のA効率以上とする。また、規定吐出し量におけるポンプ効率は、図3.2.1のB効率以上とする。



吐出し量 m <sup>3</sup> /min	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2	3	4	5	6	8	10	15
A効率 %	32	37	44	48	53.5	57	59	60.5	63.5	65.5	68.5	70.5	73	74	74.5	75	75.5	76	76.5
B効率 %	26	30.5	36	39.5	44	46.5	48.5	49.5	52	53.5	56	58	60	60.5	61	61.5	62	62.5	63

付図 3 ポンプ効率

図 3.2.1 小型渦巻ポンプの効率



② 工事用水中ポンプ (JIS A 8604)

ポンプ効率の最高値は、その最高値を示す吐出し量で付図のA効率以上とする。また、JIS A 8604の表2のポンプ吐出し量範囲内において、ポンプ効率は付図のB効率以上とする。なお、最高効率の吐出し量は、原則としてJIS A 8604の表2 (図3.2.2) に示す範囲内とする。

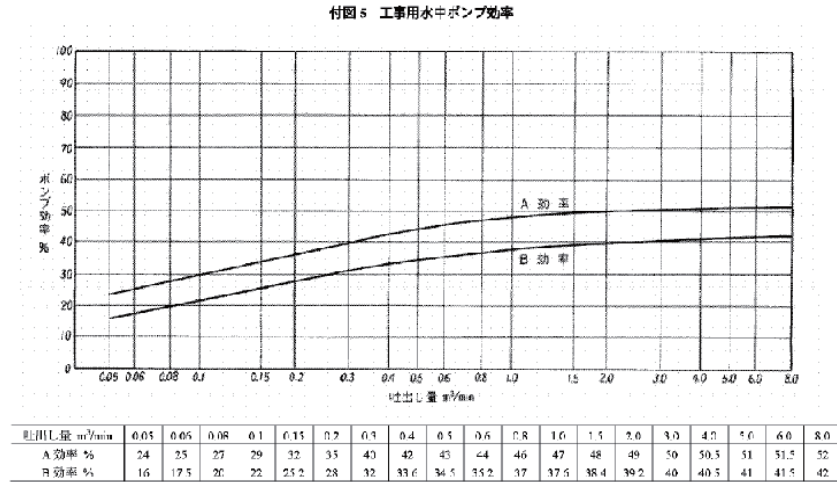


図 3.2.2 工事用水中ポンプの効率

③ 両吸込渦巻ポンプ (JIS B 8322)

ポンプ効率の最高値は、その最高値を示す吐出し量で付図のA効率以上とする。また、規定吐出し量におけるポンプ効率は付図のB効率以上とする。最高効率における吐出し量は、JIS B 8322の表3 (図3.2.3) に示す範囲内であることが望ましい。

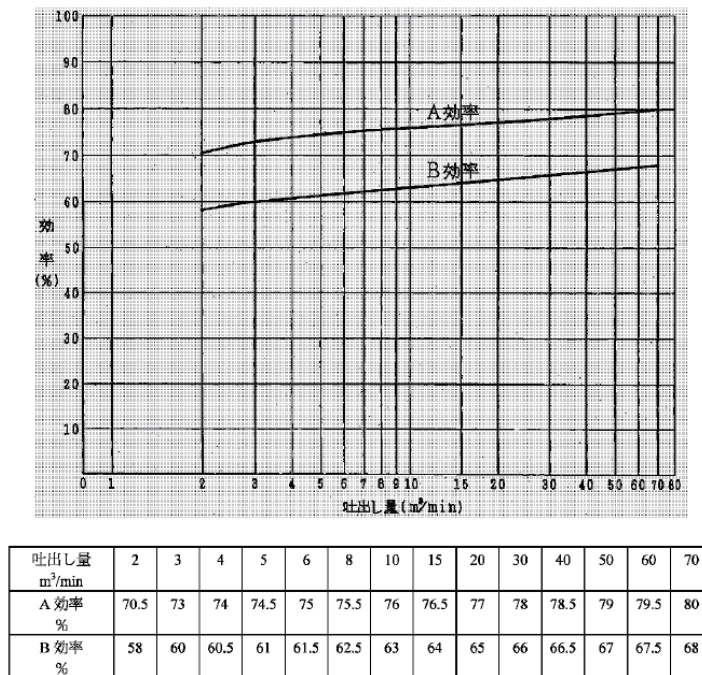
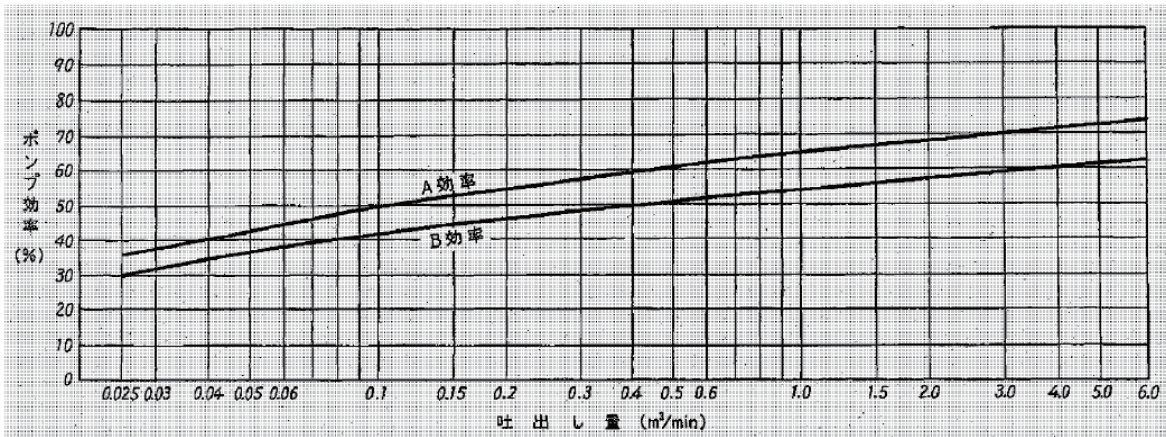


図 3.2.3 両吸込渦巻ポンプの効率

④ 深井戸用水中モータポンプ (JIS B 8324)

ポンプ効率の最高値は、その最高値を示す吐出し量で付図のA効率以上とする。また、規定吐出し量におけるポンプ効率は付図のB効率以上とする。最高効率における吐出し量は、JIS B 8324の表2 (図3.2.4) に示す範囲内であることが望ましい。



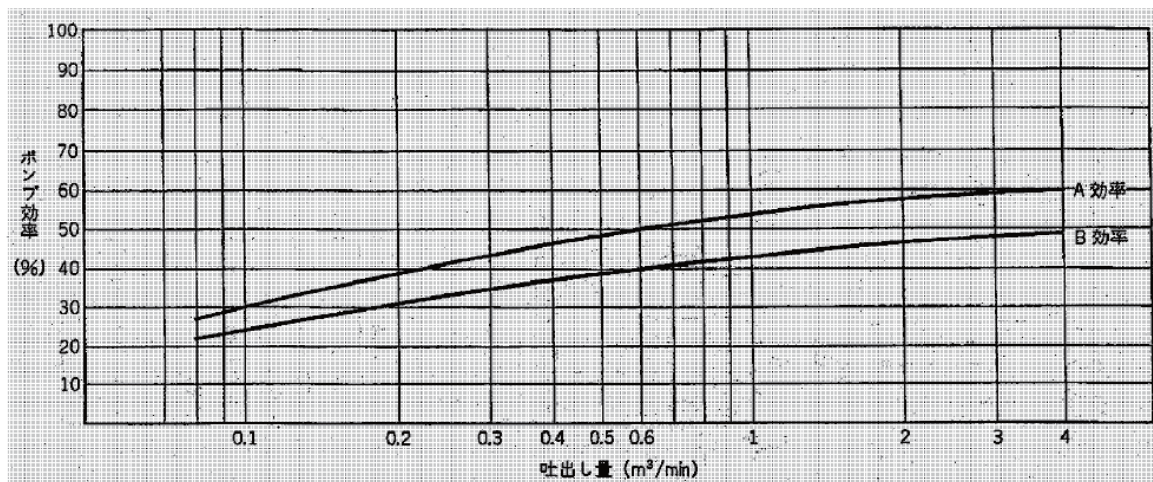
吐出し量 m <sup>3</sup> /min	0.025	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
A 効率 %	35	38	40	42	45	48	50	52	54	57	59	61	62	64	65	66	67	70	71	72	72.5
B 効率 %	30	32	34	36	38	41	42	44	46	48	50	52	53	54	55	56	57	59	60	61	61.5

付図 3 ポンプ効率

図 3.2.4 深井戸用水中モータポンプの効率

### ⑤ 設備排水用水中モータポンプ (JIS B 8325)

ポンプ効率の最高値は、その最高値を示す吐出し量で付図のA効率以上とする。また、規定吐出し量におけるポンプ効率は付図のB効率以上とする。最高効率における吐出し量は、JIS B 8325の表2 (図3.2.5) に示す範囲内であることが望ましい。



吐出し量 m <sup>3</sup> /min	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
A 効率 %	28	30	35.5	38.5	43	46	47.5	49	51	53	55.5	57	59	60
B 効率 %	22	24.5	29	31.5	35.5	37.5	39	40	42	43.5	45.5	46.5	48.5	49

付図 3 ポンプ効率

図 3.2.5 設備排水用水中モータポンプの効率

### (3) ポンプの消費電力

深井戸用電気井戸ポンプ (JIS B 8313) には、ポンプの消費電力に関する規定がある。

ポンプの消費電力は、JIS B 8313の8.4により試験を行い下表の通りとする。なお、消費電力の許容差は、定格消費電力 (表示した消費電力) に対し、±20%とする。

表 3.2.4 電動機の呼び出力と消費電力

電動機の呼び出力 (W)	150	200	250	300	400
消費電力 (W)	460以下	560以下	660以下	790以下	1000以下

### (4) 電動機の性能

ポンプ関連の規格において、電動機の性能に関する記述は一部を除いて記載はない。電動機については第8章にて後述する。

深井戸用水中モータポンプ (JIS B 8324)、設備排水用水中モータポンプ (JIS B 8325) は附属書において電動機の適用範囲の記述があり、特性が示されている。

水封式真空ポンプ (JIS B 8323) では、電動機の軸動力に関して以下の通り記載されている。

「軸動力は最高負圧で電動機定格出力の110%を超えてはならない。また、最高負圧の90%以下の負圧では、電動機定格出力を超えてはならない。」

なお、電動機の定格出力に関しては、JIS B 8323 (2003) : 水封式真空ポンプとJIS B 8325 (2003) : 設備排水用水中モータポンプにおいてポンプの種類と性能が規定されている。

表 3.2.5 水封式真空ポンプの種類と性能

吸込口径 (mm) *1	吸込方式	電動機定格出力 (kW)
20 (20)	片吸込	0.75
25 (25)	片吸込/両吸込	1.5
32 (32)	片吸込/両吸込	2.2
40 (40)	片吸込/両吸込	3.7
50 (40)	片吸込/両吸込	5.5
65 (50)	片吸込/両吸込	7.5
80 (65)	両吸込	11
100 (80)	両吸込	15
100 (100)	両吸込	18.5
125 (100)	両吸込	22
150 (125)	両吸込	30
150 (150)	両吸込	37

\*1 吸込口径及び補給水量の最大値における括弧内は1作動形、括弧外は2作動形の場合を示す。なお、1作動形とは、羽根車が1回転する間に吸込み、吐出し作用を1回行うものを、2作動形とは、羽根車が1回転する間に吸込み、吐出し作用を2回行うものをいう。

表 3.2.6 設備排水用水中モータポンプの種類と性能

ポンプの呼び径 (mm)	電動機定格出力 (kW)	
	三相	単相 (記号)
32	0.4	0.4 (0.4S)
40	0.75	—
50	1.5	
65	2.2	
80	3.7	
100	5.5	
125	7.5	
150	11	
—	15	
	18.5	
	22	