

新形片吸込うず巻ポンプ

New Series of Single Suction Volute Pumps

従来、遠心ポンプの各部寸法は、各メーカーでまちまちであったが、日立製作所ではこのたび、ポンプ据付上の寸法を統一するISOに準拠した、JIMSが制定されたのを機会に、この規格に基づいた新形片吸込うず巻ポンプを各種研究成果を折り込んで製品化した。

この新形ポンプは、従来機に比べてポンプ効率、吸込性能の向上を図っているとともに、ポンプ単体、据付寸法など規格寸法を採用して互換性をもたせ、据付後、分解組立などのメンテナンスが容易なようにBPO方式の構造を採用した特色のあるポンプである。

今後、使いやすさの点からも、しだいにこのポンプに切り替わってゆくものと思われる。

森岡 吟也* Morioka Kinga
長谷川 健吾* Hasegawa Kengo
吉田 政雄* Yoshida Masao

1 緒 言

近年、遠心ポンプについても国際化の気運が高まり、主としてポンプの据付上の寸法を規制する国際規格の必要性が叫ばれるようになってきた。

このような背景の下で、1975年ISO規格(国際規格)2858「片吸込遠心ポンプ」が制定されるに及び、我が国でも1976年5月日本産業機械工業会風水力機械部会で、ISO規格に準拠した団体規格案の作成を決定し、規格作成委員会を設置して作業を進めてきた結果、1977年8月JIMS規格(日本産業機械工業会規格)C-1004-1977として制定されるに至った。

以上の経過に従い、JIMS規格による新形片吸込うず巻ポンプの製品化を図るため種々の研究開発を進め、今回そのシリーズ化を完成したので、この規格の紹介と開発に当たっての問題点及び新形片吸込うず巻ポンプの概要について順を追って述べる。

2 JIMS規格

ISO規格は50Hz、16bar※1)級1種類であるが、JIMS規格では60Hzにも適用できるように、また需要の多い10bar用、及び高押込圧用として25barを追加し、3圧力段階としている。

すなわち、

- (1) 16bar：原則としてISO2858のとおりであるが、60Hzにも使用できるように60Hz用要目寸法を追加している。
- (2) 10bar：DIN規格(ドイツ工業規格)24255(10bar級)を参考にISO2858制定の精神を生かして作成したものであるが、我が国の実情に合わせて4極用と2極用とに別けて規定している。
- (3) 25bar：高押込圧用として、ISO2858(16bar)を基準とし、これに耐圧を考慮して規定している。

のようになる。

以上の各圧力段階別に、次に述べるような項目が規定されている。

2.1 片吸込遠心ポンプの呼び要目及び外形寸法

これは、ISO2858を基準に規定している。このうち、最も

需要の多い10bar級についての規格の一例について示す。図1にポンプ呼び要目とポンプ単体寸法の一部抜書きを示す。同図に示すように、口径に対する吐出し量、羽根車の基準外径とそれに対する基準揚程などの呼び方、呼び要目が規定されており、各呼び要目に対し同図に示す各記号の寸法が規定されている。

2.2 パッキン箱寸法

ISO3069を参考に、メカニカルシール寸法統一を考慮して、軸直径に対するパッキン箱内径が図2に示すように規制されている。

2.3 ベッド寸法と据付寸法

これは、ISO3661が基本になっている。ISOは軸継手がスペーサ付きになっているが、分解、組立の頻度の少ない装置などスペーサを付けない場合も多いので、スペーサなし、付きの両者についてJEM(日本電機工業会標準規格)の電動機寸法に基づいて規格化している。ただし、ベッドの長さ、幅寸法についてはISO3661規格どおりである。図3に規制されている各部寸法の一部抜書きについて示す。

この規格の基本構造は、ポンプ胴体に脚が付き、吸込口及び吐出し口の配管を取り外すことなく、羽根車、回転部分を駆動側に分解できるBPO(Back-Pull-Out)方式の構造であり、吐出し方向は直上吐出しであって配管荷重に対して丈夫な構造になっている。

3 開発上の検討事項

JIMS規格寸法は従来のポンプに比べ、軸端径が一段細く、仕様のには図1に示すように、羽根車基準外径に対して基準揚程が高い(羽根車揚程係数が小さい)ために、新形ポンプの開発に当たっては主に次の点を重点的に研究した。

(1) 高効率ポンプの開発

羽根車径が、従来品に対し約80~90%と小さくなるため、ケーシング、軸、軸受などが小形化されるが、ポンプ効率、吸込性能が悪化する傾向にある。この問題点を解決するために、シリーズ化範囲全域で高効率、高吸込性能を目標に豊富な実績の解析に基づく最適設計により種々モデルランナを試

※1) 1 bar=1.01972kgf/mm²

* 日立製作所習志野工場

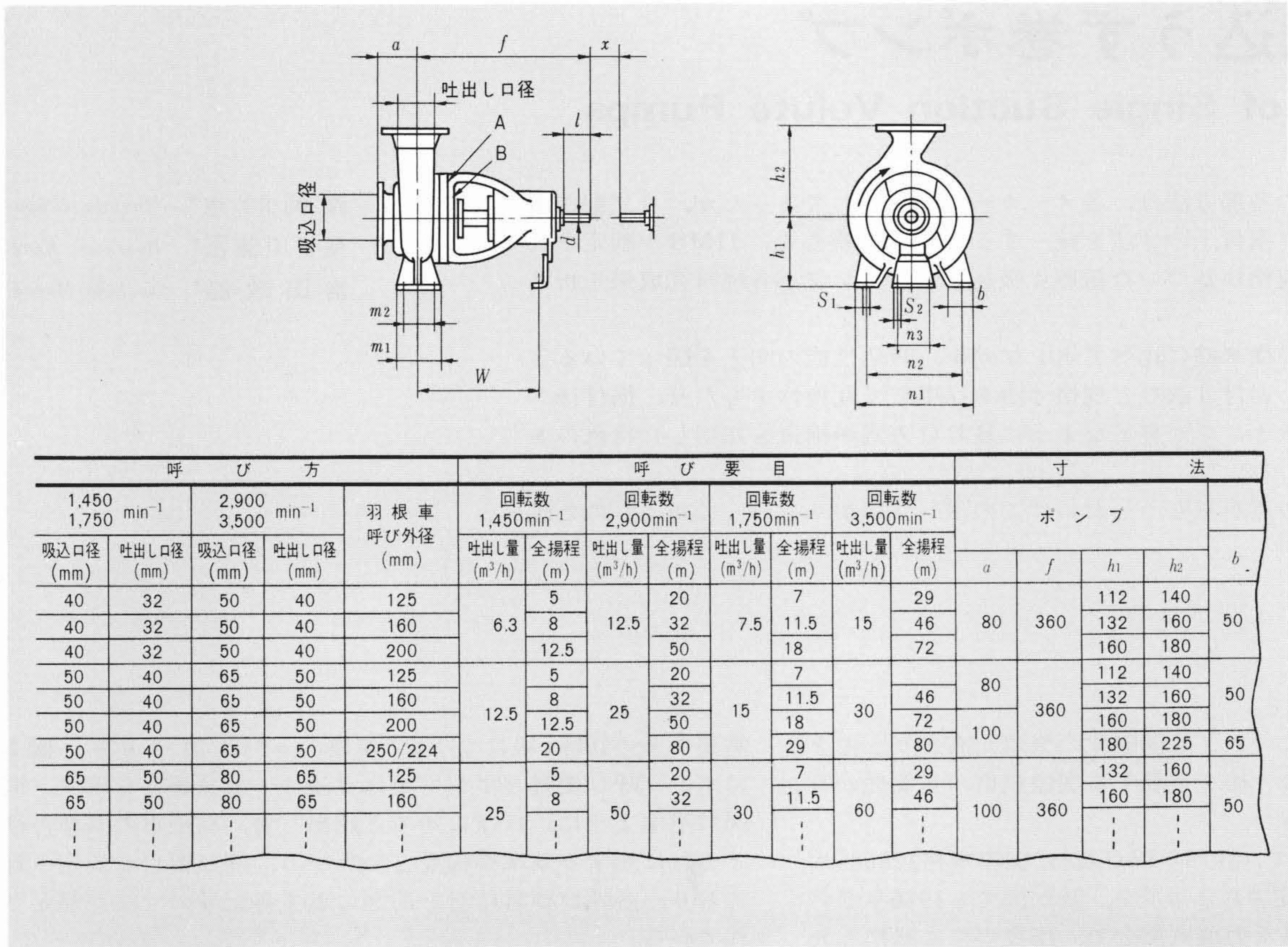


図1 呼び要目と寸法(10bar級ポンプ)
この規格は口径に対する吐出し量、羽根車呼び外径などを規定し、各々のポンプ単体の外形寸法も押さえ、ポンプの互換性を高めている。

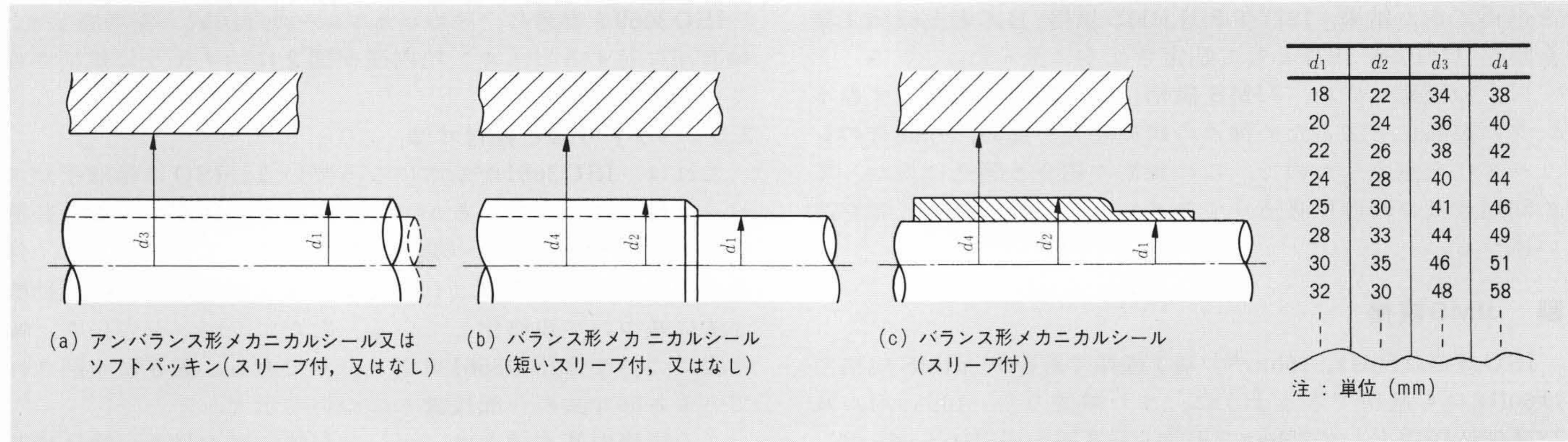


図2 パッキン箱の寸法 バランス形メカニカルシール及びアンバランス形メカニカルシール並びにソフトパッキンに使用するパッキン箱寸法を示す。

作し、更に効率の高いモデルランナの開発を行なった。
(2) 混流羽根車鑄造技術の確立
鑄造精度が、ポンプ性能上のばらつきに大きく影響を及ぼす関係上、特に混流羽根車について形状が正しく、鑄はだの良好な薄肉の鑄造技術の確立を行なった。
(3) 強度及び信頼性の確認
規格自体小形化されているため、特に、羽根車ハブ周り及び軸強度、ケーシング耐圧強度の把握と信頼性の確認を行なった。

4 新形片吸込うず巻ポンプ概要

3章で述べた3項の成果を折り込んで、汎用性の高い標準ポンプとしてJIMS規格(10bar級)寸法に準拠して、新しく製品化した片吸込うず巻ポンプの外観を図4に示す。同図(a)に軸継手直結形を、(b)に電動機一体形を示す。

- 4.1 概略仕様及び製品化範囲
表1にこの新形ポンプの概略仕様、及びシリーズ化した製品化の範囲を示す。
- 4.2 新形ポンプの特長
(1) BPO方式のため、メンテナンスが容易である。
ケーシングに脚を付けているので、ポンプ吸吐配管を取り外すことなくそのまま羽根車などの回転部分が分解点検できる。
(2) 吐出し口が軸中心線上、垂直真上にあるため、配管荷重に対してポンプ全体が無理なく支持され、変形しにくい構造である。
(3) 軸受部はメンテナンスの容易な密封形玉軸受を使用し、玉軸受への浸水を防止するために、日立製作所独自の特殊防水構造(特許出願中)を採用しているため、軸受部の信頼性が高い。
(4) 特殊精密鑄造法(特許出願中)による混流羽根車を採用し

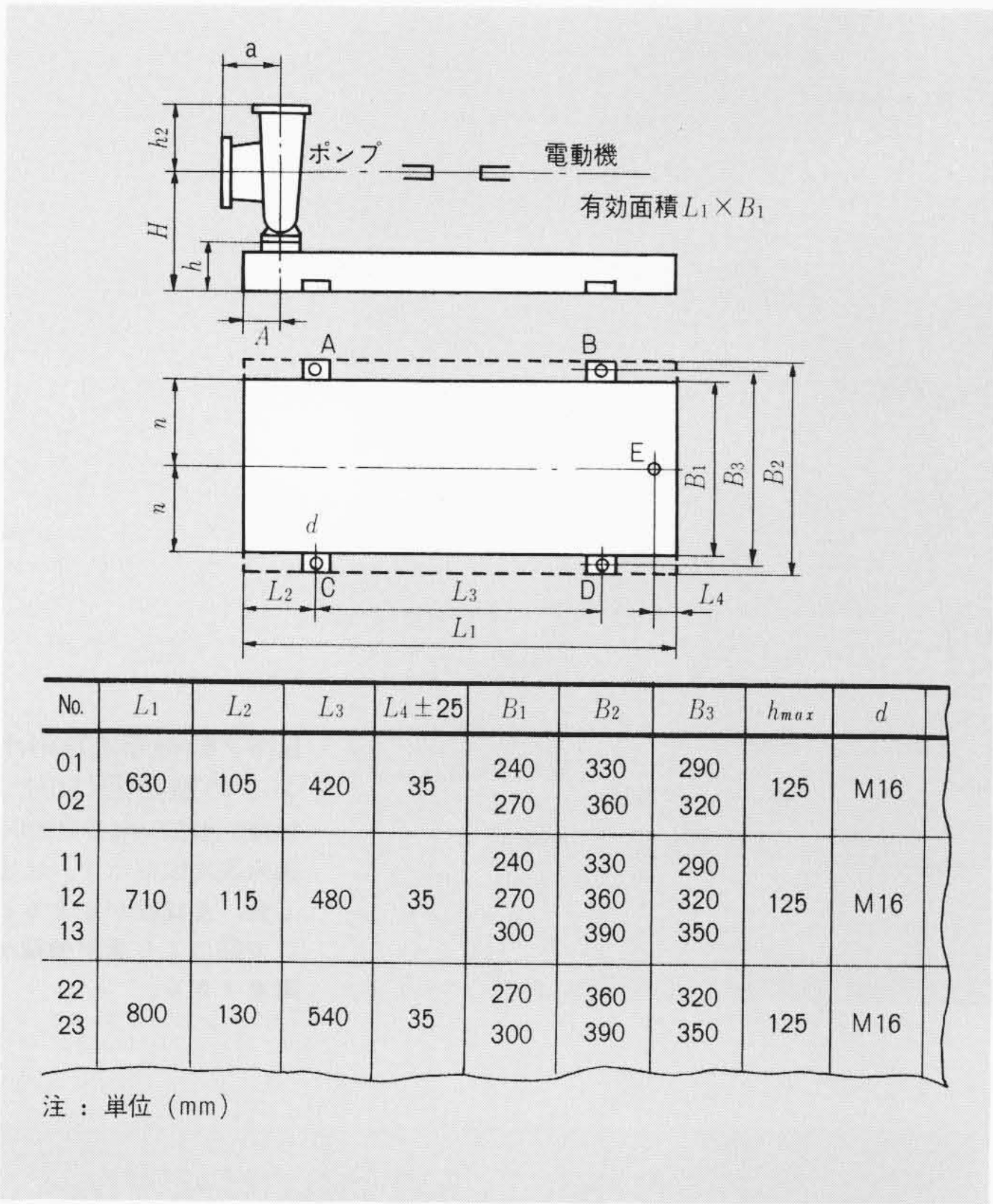


図3 共通ベッド及び据付主要寸法 共通ベッドの長さ、幅寸法はISO 3661値を採用している。基礎穴の四つ穴(A, B, C, D)又は三つ穴(A, C, E)いずれかの採用はポンプ製造業者が決める。

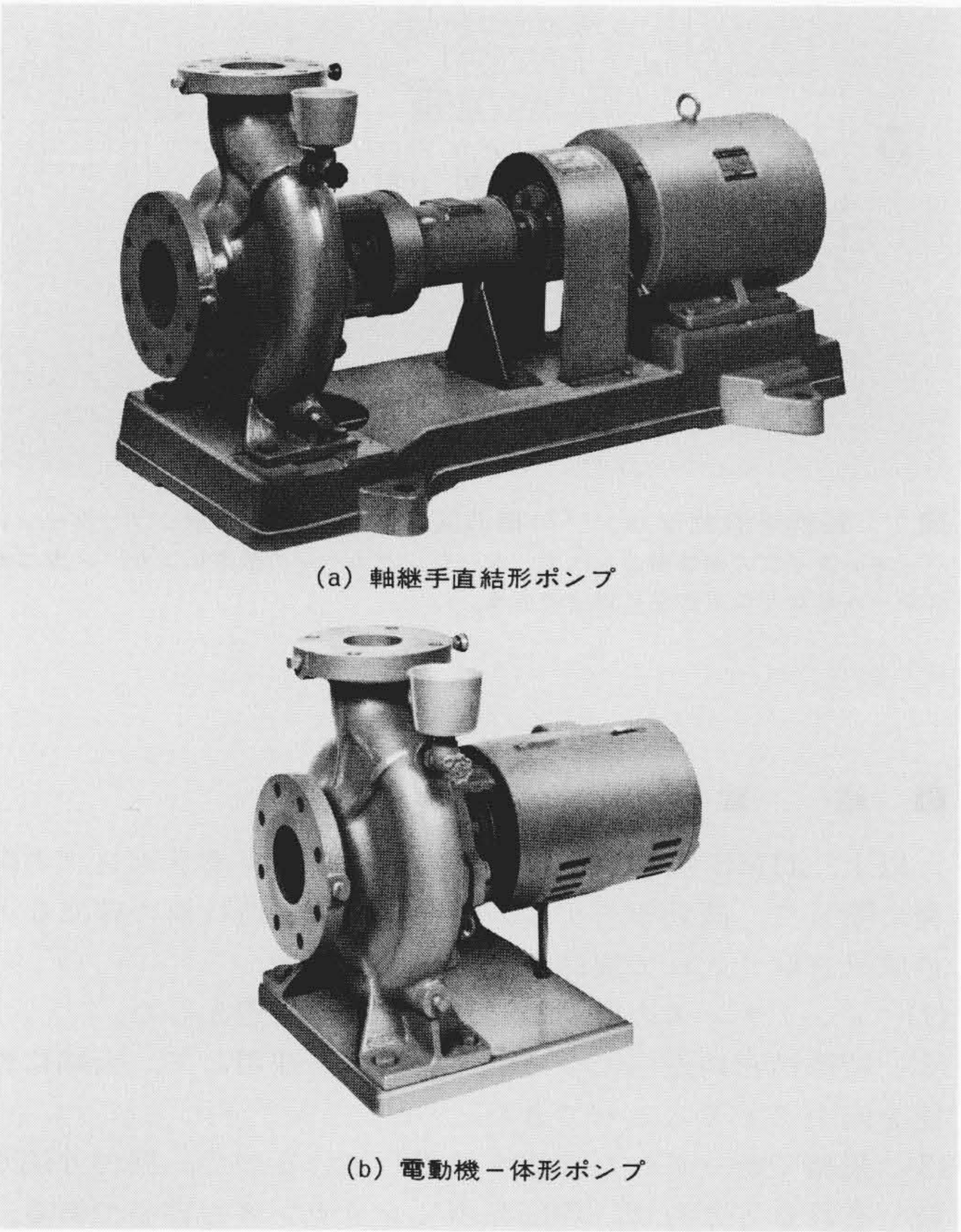


図4 軸継手直結形ポンプ及び電動機一体形ポンプ 製品化した軸継手直結形と電動機一体形の外観を示す。この2種類は、電動機部を除くポンプ部品の共用化を図っている。

表1 ポンプの仕様及び製品化範囲 このポンプの仕様条件として、適用基準及び適用範囲を示す。

項目	ポンプ形式	軸継手直結形(CH式)	電動機一体形(MH式)
口 径 (mm)		32, 40, 50, 65, 80, 100, 125	32, 40, 50, 65, 80
羽根車呼び径 (mm)		125, 160, 200, 250, 315, 400	125, 160, 200
吐出し量 (m ³ /min)		50Hz : 0.05~3.3 60Hz : 0.06~4.0	50Hz : 0.05~1.25 60Hz : 0.06~1.5
全 揚 程 (m)		50Hz : 4~90 60Hz : 4.5~90	50Hz : 4~55 60Hz : 4.5~65
回 転 数 (rpm)		50Hz : 1,450, 2,900 60Hz : 1,750, 3,500	50Hz : 1,450, 2,900 60Hz : 1,750, 3,500
電 動 機 出 力 (kW)		50Hz : 0.4~45 60Hz : 0.4~55	50Hz : 0.4~7.5 60Hz : 0.4~7.5
取 扱 液		水道水, 工業用水, 空調用冷温水, 河川水など 液温 : 0~100℃ pH5.4~8.6 比重 1	

ているので、日立製作所の従来機に比べ、ポンプ効率、吸込性能が大幅に向上している。

4.3 ポンプ性能

シリーズ化範囲の適用線図の一例を図5に示す。
ポンプは運転条件に合致した要目で設計されるべきであるが、汎用ポンプは需要が多く、そのつど個々の運転条件に合わせて設計することが困難である。そのため、どのような需要にも応ずることができるように、ノンオーバーロード特性の動力基準形性能とし、完成品在庫のできる形とした。ノンオーバーロード特性の場合、一般にポンプ効率が低下する傾向にあるのでこの新形ポンプでは、それを改善して在来機種より大幅に向上を図るため、シリーズ化範囲 n_s (比速度)を50~500ぐらいまで数種類の試作モデルを用いて損失分析を行ない、高効率、高吸込性能のモデル羽根車を開発した。代表機種の一列を図6に示す。一方、比較的口径の大きいものについては、特殊精密鑄造法による鑄はだの良い3次元の混流羽根車を採用している。従来、混流羽根車は、羽根模型を数ピースに分割する方法を主体としていたため、寸法精度、鑄造能率に改善の余地があったが、今回、3次元の羽根模型を一体で成型する方法を考案し、更に中子砂、粒形などの検討を加えた特殊精密鑄造法の開発により、鑄造精度の良い混流羽根車を製作することができるようになった。

4.4 ポンプ構造

今回日立製作所が開発した片吸込うず巻ポンプの構造図を図7に示す。この新形ポンプの各寸法は2章で述べたJIMSC-1004-1977の10bar寸法を採用している。

4.4.1 ケーシング

ケーシングは、水力性能的には羽根車にマッチした形状とした。耐圧強度を維持し、軽量化を図るために、いろいろな形状のケーシングについて有限要素法による応力、波形の解析と実験から最適肉厚形状の検討を行なった。その結果、ケーシング各部の応力分布が均一で値も低く、変形も少ない、耐圧強度の優れた肉厚補強構造のケーシングを採用した。

4.4.2 軸 受

軸受構造は最も一般的な玉軸受を使用し、主軸はオーバハング形である。密封形玉軸受を使用することによりユーザーのメンテナンスを容易にしている。軸受の防水に関しては、日立製作所独自の防水構造を採用し効果を挙げている。

4.4.3 軸封装置

軸封パッキン箱の基本寸法はISO3069に規格されたものを採用した。グランドパッキン構造を標準とし、主軸を保護す

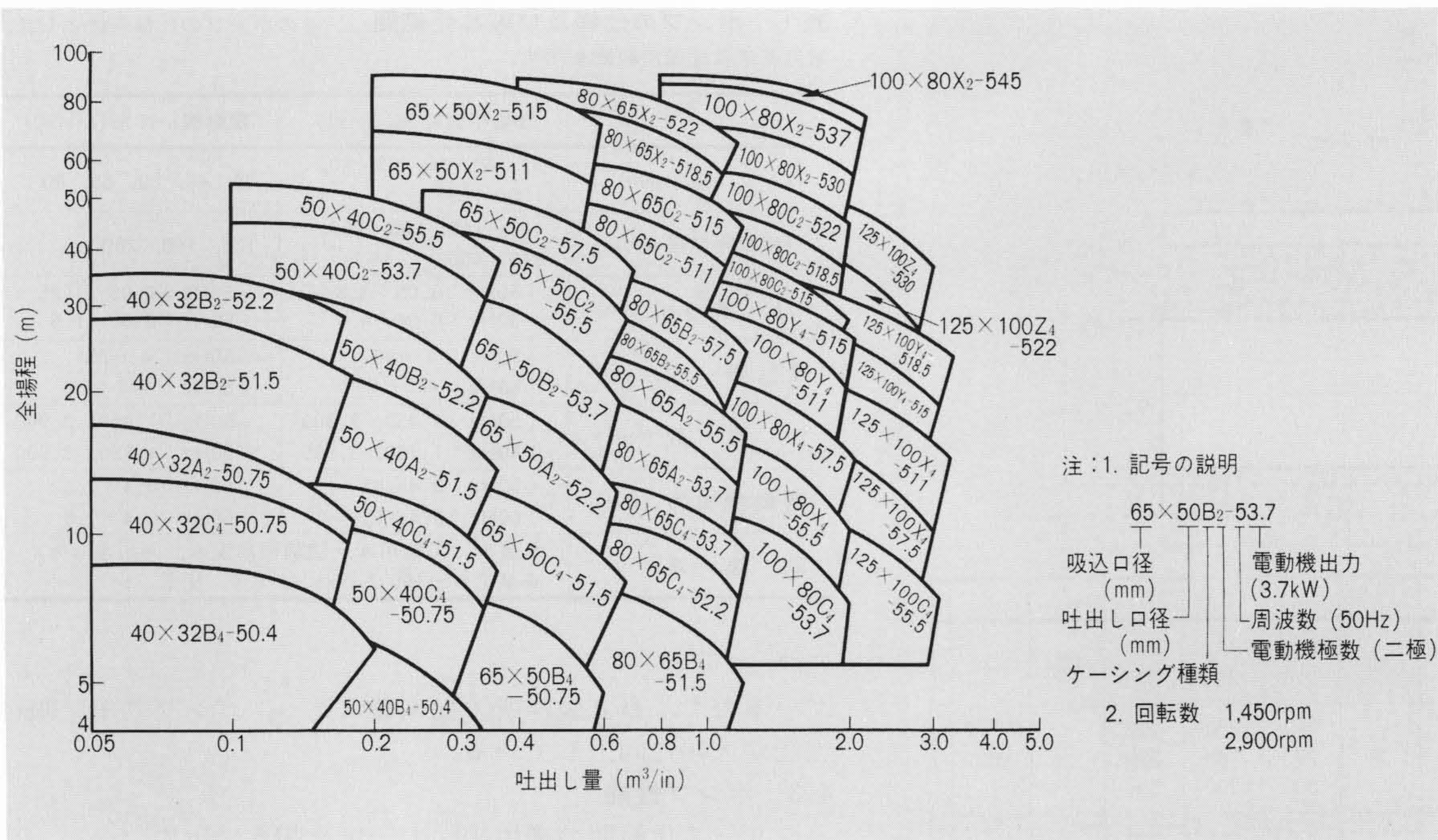


図5 軸継手直結形ポンプの選定図(50Hz)
軸継手直結形ポンプの50Hz適用選定図を示す。吐出量、全揚程が定まるとこの図により適用機種が選定できる。

る軸スリーブを設けた構造としている。また多用途に適用できるように、ケーシングカバーの改造によりメカニカルシール形にも対応できる。封水方式は内部自己注水形を標準としているが、ケーシングカバーの改造により、容易に外部注水などの要求に応ずることができる。

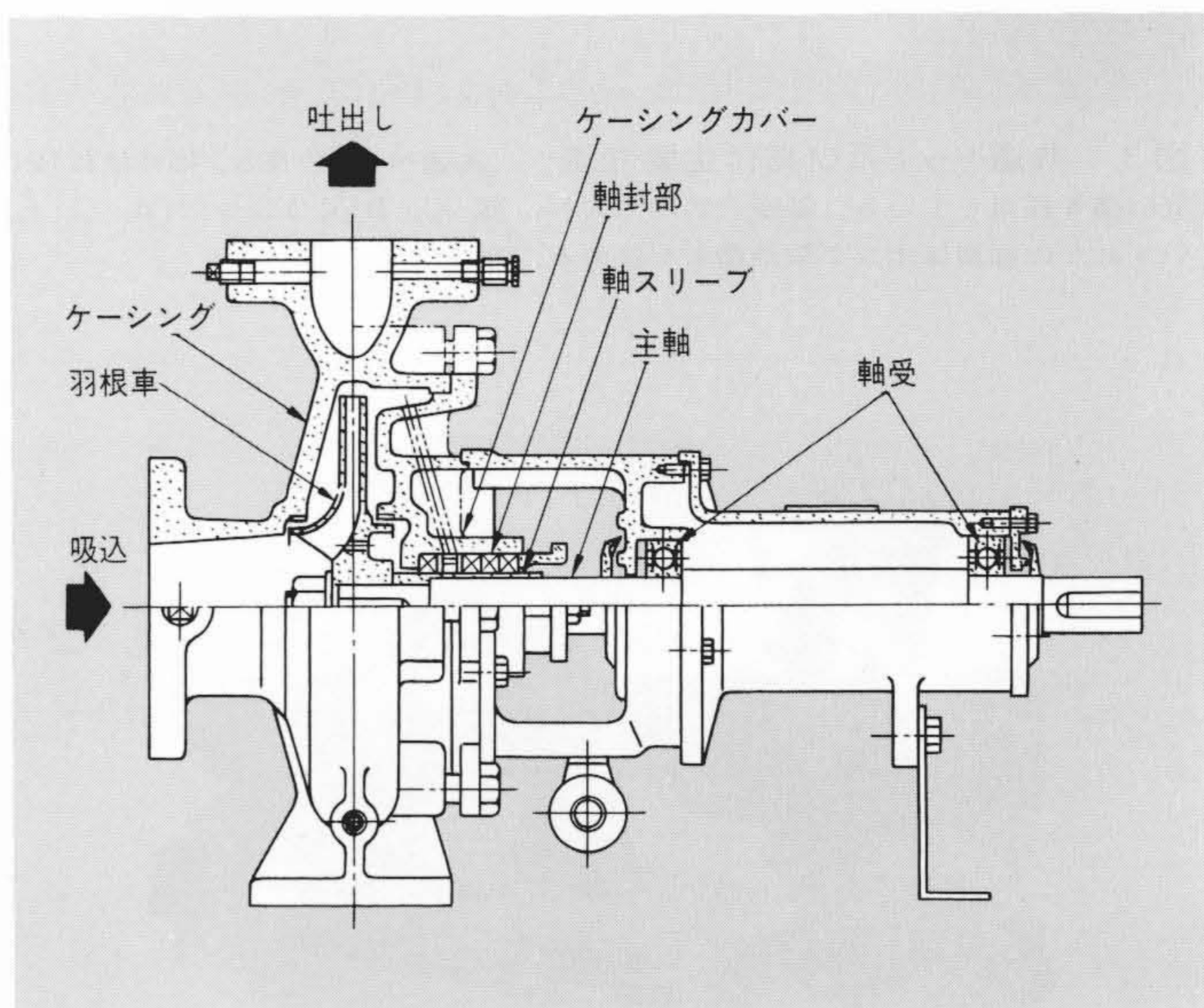


図7 軸継手直結形ポンプの構造図 軸継手直結形ポンプでグランドパッキンタイプの標準構造を示す。ケーシングカバーの改造により、メカニカルシール形などにも容易に対応できる。

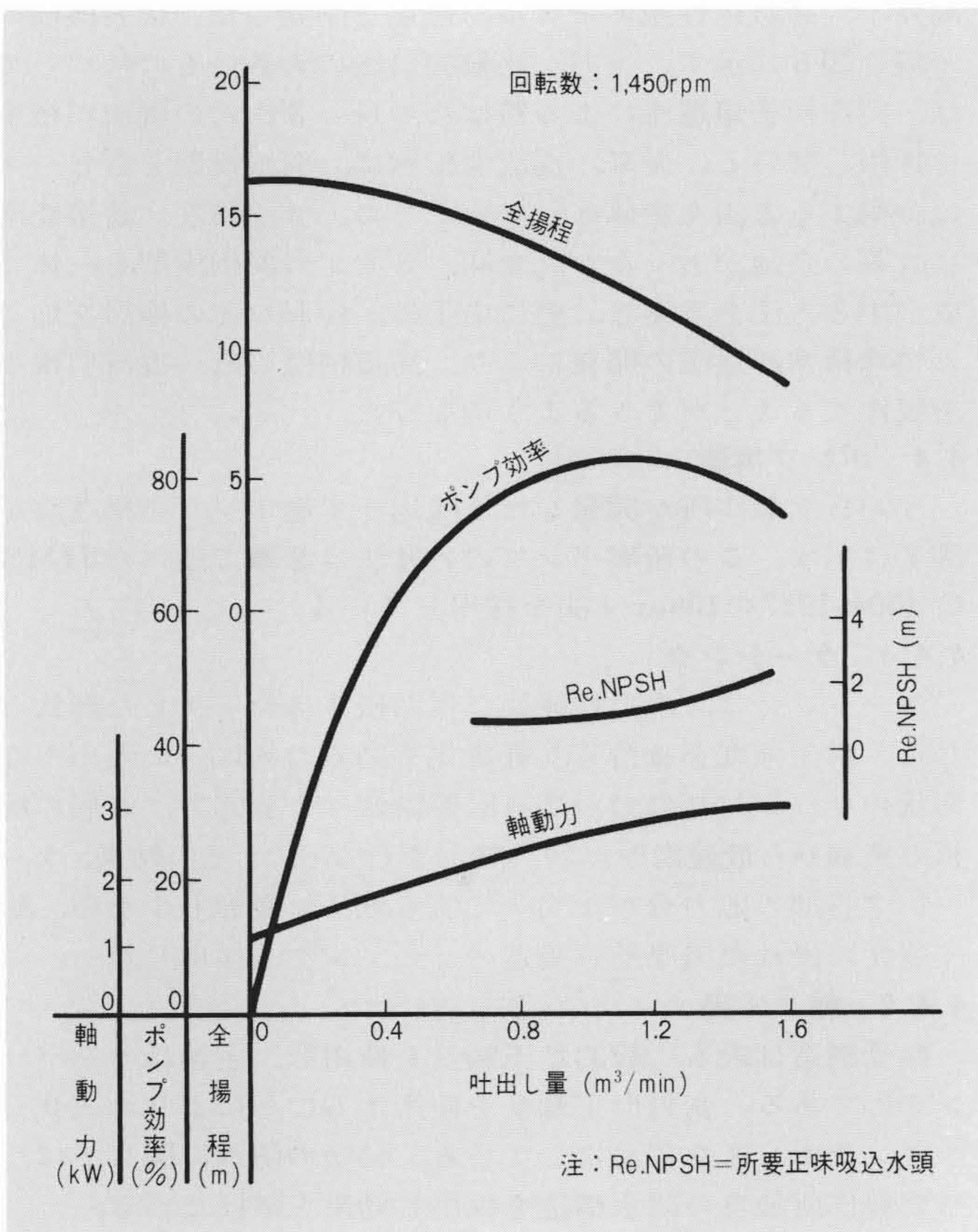


図6 Ns240モデルの性能 製品シリーズ化範囲をNs(比速度)で7モデルに分け、高効率・高吸込性能モデルの開発を完成させた。図はNs240のモデルの性能を示すものである。

5 結 言

以上、JIMS規格に準拠した新形片吸込うず巻ポンプの開発に際して、高効率モデルの開発、特殊鑄造技術の確立などの成果を取り入れて製品化を行なった結果、

- (1) メンテナンスの容易なBPO方式の構造とした。
- (2) 特殊精密鑄造法による混流羽根車を採用して、大幅に性能を向上させることができた。
- (3) 規格で統一された寸法を採用しているため、据付寸法が統一されるとともに、各部品のメンテナンスも容易である。など、ユーザーに最も適した新形ポンプをシリーズ化することができた。今後は規格寸法を保ちながら、ポンプ性能の向上に、更にいっそうの努力を続けていきたいと考える。