

海外市場向け汚水汚物水中ポンプDL型の範囲拡大

近 藤 範* 金 子 淳**

A New Submersible Sewage Pump for the Overseas Market

by Shigeru KONDO, & Atsushi KANEKO

A new submersible sewage pump (Model DL) has been developed with specifications matching the demand of such pumps for the overseas market. This pump features higher capacity (flow rates) and head versus the conventional DL model. The use of a sweep-back impeller vane enables prevention of fibrous foreign matter from entangling in the leading edge section, as well as an improvement in non-clogging. Hydraulic analysis by the inverse design method allows sufficient free impeller passage to be maintained, thus realizing high efficiency. This pump is a larger scale model in the DL series (diameter: 150 – 300 & output : 30 – 45 kW).

Keywords: Submersible sewage pump, Free impeller passage, Non-clogging, Meridional shape, Inverse design, High efficiency, Pump efficiency, Velocity vectors, Capacity, Head

1. はじめに

東南アジア、中国などでは、近年の著しい経済成長により、汚水汚物用水中ポンプの需要が増大している。また、下水道の普及・整備はまだ多くの国、地域で課題を残しており、海外市場は、今後、着実な発展が望める領域である。しかしながら、当社DL型汚水汚物用水中ポンプは、国内の汎用ポンプ市場をベースに発展してきたので、22 kW以下の機種展開にとどまっている。そのため、海外市場で要求される大流量、高揚程範囲を満足できるものとはなっていない。そこで、海外市場で要求される仕様に適合した口径150～300 mm、出力30～45 kWの新型DLを開発した。以下にその内容を紹介する。

2. 新型DLの概要

海外市場では、汚水汚物用水中ポンプの異物通過の基準として、羽根車の異物通過径を76 mm以上と指定される場合が多い。そこで新型DLでは、海外市場で要求される異物通過径76 mmを確保し、更に羽根車に新ハイドロを採用することで性能向上を図った。新ハイドロでは、羽根車を後退翼形状としたので、羽根車前縁部での繊維状異物の絡みつきが防止され、無閉塞性が向上し

た。また、ハイドロ設計においては、流れ解析技術（逆解法）を駆使し、高効率化を実現した。

本製品の機種範囲及び外観を表1、写真に示す。

3. 高効率羽根車の設計

高効率ハイドロを設計するために、逆解法を使用してハイドロ解析を行ったが、本製品の仕様である異物通過径76 mmを満足させる必要がある。異物通過径に制限がなければ、効率の良い設計定数を選定できるが、本羽根車は、出口幅＝異物通過径が必要条件となるため出口直径、羽根枚数、出口角度が必然的に定まる問題点があった。今回の設計では、まず最初に経験的に定められている設計定数からメリディアン形状を決定し逆解法によ

表1 製品機種範囲

Table 1 Pump model series

周波数 Frequency	口径 mm Size	出力 kW Output		
50 Hz	150	30	37	45
	200	30	37	45
	250	30	37	45
	300	30	37	45
60 Hz	150	30	37	45
	200	30	37	45
	300	30	37	45

* 風水力事業本部 開発統括 汎用機器開発室

** 同 同 ハイドロ・エアロ事業部



写真 DL型ポンプ
Photo DL model pump

04-01 01/202

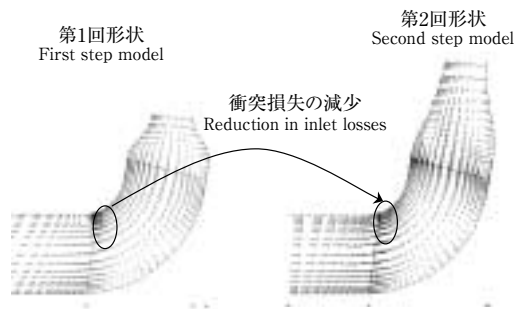


図1 圧力面速度ベクトル
Fig. 1 Velocity vectors of pressure side

って解析を行った（今回のハイドロ設計では、逆解法を2枚羽根に適用し、その結果から異物通過径を確保できるように、羽根面の修正を行った）。逆解法では、メリディアン形状を定めると、要項を満足する効率の良い羽根面が生成されるが、今回のハイドロは異物通過径が定められているため、そのままの羽根形状では異物通過径を確保できない。そこで、この羽根面の入口・出口角度を

参考に異物通過径を確保できるように、羽根面の修正を行った。また、異物通過径を確保するとメリディアン形状は、通常的设计とは異なった特徴をもった形状となる。

入口設計を例にとって異物通過径とメリディアン形状の関係を次に説明する。

口径250 mmのポンプでは、最高効率点における流量は約5.9 m³/min付近となり、羽根車の目玉径は150 mm前後となるが、これより小さい口径のポンプであれば当然流量が小さくなり、目玉径も小さくなる。しかしながら、76 mmの異物通過径を確保するためには、口径の小さいポンプに対しても同じ150 mm以上の目玉径にせ

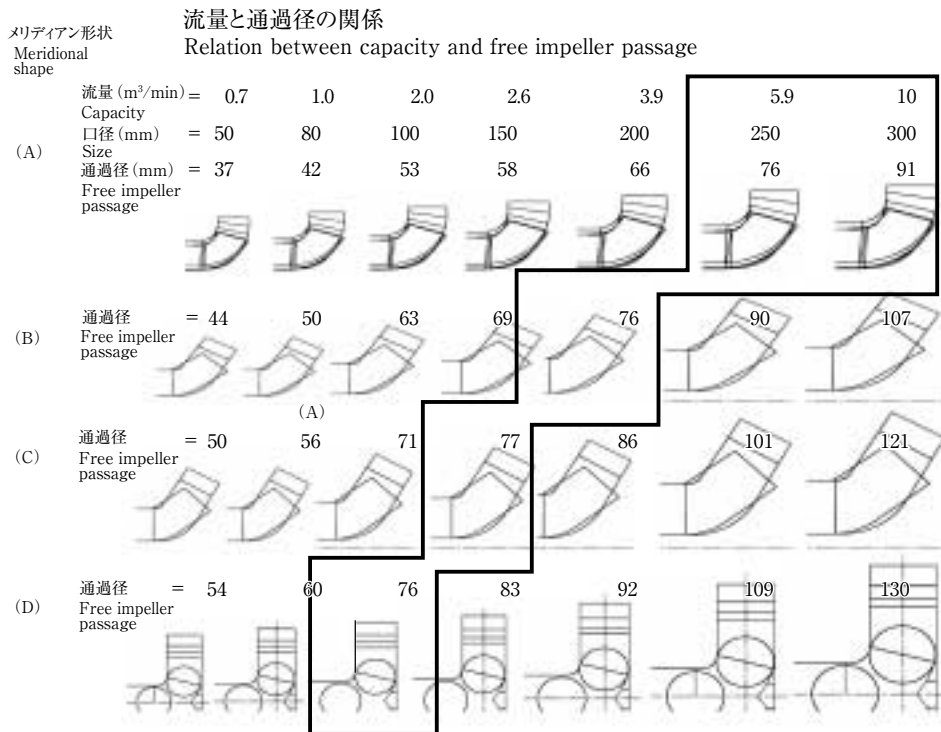


図2 メリディアン形状
Fig. 2 Meridional shape

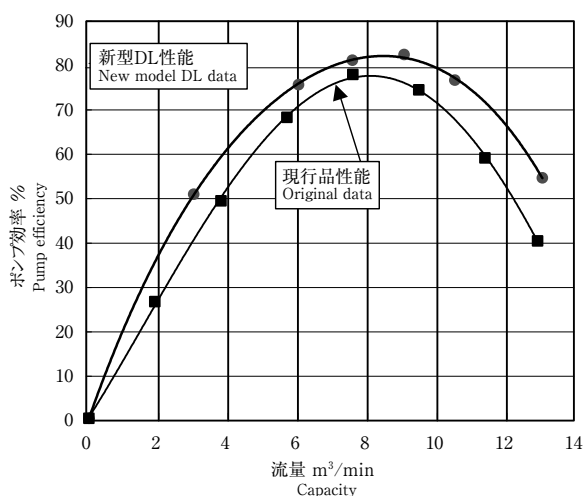


図3 ポンプ効率比較
Fig. 3 Pump efficiency

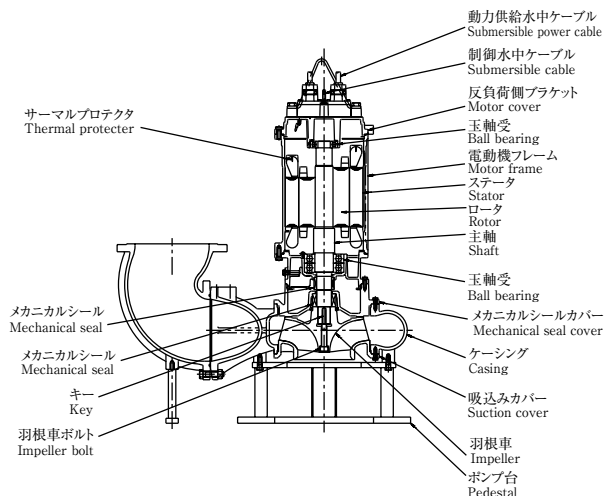


図5 ポンプ構造図
Fig. 5 Sectional view

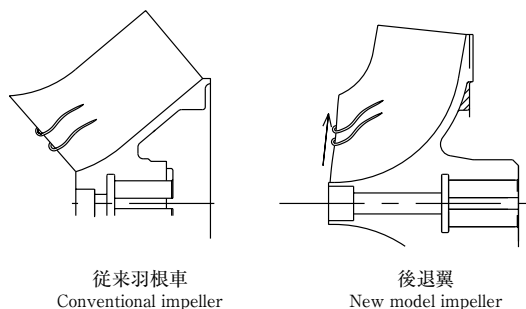


図4 羽根車形状
Fig. 4 Impeller shape

メリディアン形状が異なるものとなった (図2)。

以上の解析により設計した羽根車の効率を従来羽根車と比較した (図3)。本設計により、最高効率は、80.5%が得られ、高いポンプ効率を実現した。

4. 無閉塞性の向上

一般の汚水汚物水中ポンプ羽根車の吸込部羽根前縁は、図4のような形状で作られており、ポンプ運転時に作用する遠心力が働いても長尺繊維物が羽根前縁に絡みつきやすい。一方、本製品に採用している後退翼形状では、羽根前縁部が従来形と逆方向であり、遠心力に逆らわずに異物がシュラウド方向に移動し、吸込カバーと羽根との流れによって絡みつきが解除される。前述の異物通過径76 mmの確保とあいまって無閉塞性が改善された。

5. 製品仕様

製品の標準仕様を表2に示す。

6. 構造

新型DL 30～45 kWの構造を図5に示す。軸受には、密封式二列組合せ深溝玉軸受を採用することで軸受寿命を向上させている。また、構造設計にあたっては、海外での生産、メンテナンスに適したシンプルな構造を採用している。

7. 特長

本製品の特長を以下に示す。

ざるを得ない。

更に今回の羽根車は、無閉塞性を向上させる目的で、羽根を後退翼としているので、解析では入口流れに注目し、設計流量で無衝突となるように羽根の入口角度を調整した (図1)。

通常のハイドロのシリーズ設計を行う場合、 N_s ごとの設計定数を選定すれば、口径の違いは、モデル比を変えることで対応できる。しかしながら、今回のDLでは、無閉塞性向上のため異物通過径を76 mm以上としたため、図2に示すように、口径250 mmの羽根車を口径のより小さなポンプに適用するために縮小モデルを採用すると、異物通過径を確保できなくなる。したがって、口径ごとに設計をする必要があった。また、口径が小さなポンプに対しては、羽根の長さが制限されるため、羽根車のメリディアン形状を斜流化し、効率低下を抑制するようにした。

このため、今回のシリーズでは、口径ごとに羽根車の

表2 標準仕様
Table 2 Standard specifications

口径 Size		150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
取扱い液 Liquid handled	液質 Liquid	汚水 Sewage			
	液温 Liquid temperature	0～40℃			
異物の大きさ Foreign matter size		76 mm			
ポンプ Pump	構造 Structure	羽根車 Impeller	セミオープン Semi-open impeller		
		メカニカルシール Mechanical seal	タンデムダブルメカニカルシール Double mechanical seal		
		軸受 Bearing	密封式二列組合せ深溝玉軸受：負荷側 Double row, prelubricated ball bearing : power side 密封式深溝玉軸受：反負荷側 Prelubricated ball bearing : opposite power side		
	材料 Material	ケーシング Casing	FC200 Cast iron		
		羽根車 Impeller	FCD400 Ductile cast iron		
メカニカルシール Mechanical seal		SiC/SiC：接液側しゅう動材 Silicon carbide/ Silicon carbide : Upper side セラミックス/カーボン：電動機側しゅう動材 Ceramic/Carbon : Lower side NBR：ゴム材料 NB-rubber			
軸封部封入液 Lubricating oil		タービン油ISO VG32 Turbine oil			
電動機 Motor	形式、極数 Type and poles		乾式水中・4極 Dry type, with 4 poles		
	周波数、相、電圧 Frequency, Phase, Voltage		50/60 Hz, 三相 380, 400, 415/380, 440, 460, 480 V		
	始動方式 Starting method		入-△始動 入-△ Start		
	耐熱クラス Insulation class		F		
	内蔵保護装置 Protective device		サーマルプロテクタ Thermal protector		
	材料 Material	フレーム Frame	FC200 Cast iron		
		主軸 Shaft	SUS420 420 Stainless steel		
ケーブル Cable		2PNCT Ethylene-propylene rubber insulated and polychloroprene sheathed portable power cable			

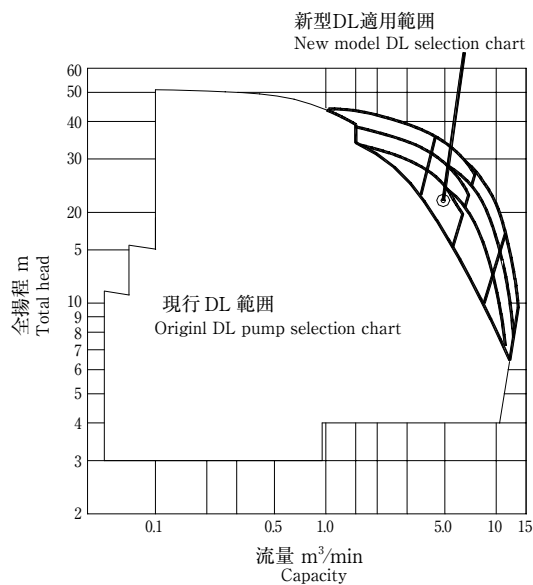


図6 新型DLの適用範囲
Fig. 6 New model DL selection chart

- (1) 異物通過径76 mm (3インチ)
- (2) 後退翼の採用による無閉塞性の向上
- (3) 流れ解析による高効率の実現

8. 適用範囲

本製品は、現在、販売しているDL型汚水汚物水中ポンプの拡大機種として海外で販売される。拡大した適用範囲を図6に示す。

9. まとめ

本製品は、無閉塞性の向上、高効率を実現したことで性能面において競争力のあるものとなった。同時に、価格面においても、部品共用化、生産性向上により、低コスト化を図っている。今後、これらの特長を生かして、東南アジア市場を中心として、販売地域を広げていく予定である。