

# 海外市場向け大型汚水汚物水中ポンプDSC4型

山田 誠一郎\* 今福 賢明\*\*

## Large Size Submersible Sewage Pump Model DSC4 for Overseas Markets

by Seiichiro YAMADA, & Masaaki IMAFUKU

This paper introduces the large submersible sewage pump model DSC4 for overseas markets. For this model, the 60 Hz series was originally developed for the North American market; the 50 Hz series was subsequently added. A new product has been added that features a large capacity and a wide output range. It is designed to meet functional and performance requirements in the global market, such as passage diameter, inverter control, dry pit installation, protective functions, and explosion-proof approval.

**Keywords:** Submersible sewage pump, Dry pit installation, Quick discharge connector, Cartridge type double mechanical seal, Internal cooling system, Leakage detector, Temperature detector for bearing, Explosion-proof approval

### 1. はじめに

海外では比較的大型の汚水汚物水中ポンプに対する需要が多く、当社ではこれに応えるため、従来から海外市場向けに開発した大型汚水汚物水中ポンプDSC4型を販売している。DSC4型は、それまで主に海外向けとして販売していたDSC3型の設計を根本から見直し、主に北米市場の要求仕様に適合させた製品であり、2009年から供給を開始している。

その後、中国、東南アジア諸国においても大型の汚水汚物水中ポンプの需要が増大してきた。DSC4型はそれまで60 Hzシリーズだけであったが、これらの需要に応えるため、新たに50 Hzシリーズを開発し2010年に販売を開始した。

更に近年、下水処理設備の大型化に伴い汚水汚物水中ポンプも、より大容量、大出力が要求されるようになってきた。そこで今回これに応えるため、より大型機種の開発を行い、機種範囲の拡大を図った。

本稿では今回開発した拡大機種範囲を含め、DSC4型の概要を紹介する。



13-01 01/238

写真 汚水水中ポンプDSC4型外観

**Photo** General of submersible sewage pump model DSC4

### 2. 製品概要

DSC4型の外観を写真に示す。写真は後述する槽内着脱装置設置型の外観である。

#### 2-1 製品仕様

製品仕様を表に示す。

また、モデルコードの説明を図1に示す。

\* 風水力機械カンパニー 技術生産統括 開発統括部 水中ポンプ開発設計室 水中ポンプ技術グループ

\*\* 同 同 同 モーター開発設計室 モーター技術グループ

表 仕様一覧表  
Table Specifications

|                               |   |  |   |
|-------------------------------|---|--|---|
| 口径<br>Discharge diameter      |   | 150, 250, 300, 400, 500 mm   |   |
| 出力<br>Output                  |   | 37 ~ 185 kW  |   |
| 取扱液<br>Liquid handled         |   | 汚水, 下水, 雑排水, 雨水, 河川水<br>Sewage, drainage, greywater, rainwater and stream water<br>液温: 0 ~ 40℃<br>Liquid temperature |   |
| 設置方式<br>Installation type     |   | 槽内着脱装置設置, 槽外設置<br>QDC installation in wet pit, dry pit installation  |   |
| ポンプ水没最大水深<br>Max. submergence |   | 35 m   |   |
| 異物通過径<br>Passage diameter     |   | ハイドロモデルA ~ G: 76 mm (3 in)<br>Hydro model "A" ~ "G"<br>ハイドロモデルH: 50 mm (2 in)<br>Hydro model "H"                     |   |
| ポンプ<br>Pump                   | 構造<br>Construction                      | 羽根車<br>Impeller  | クローズド, オープン<br>Closed, open   |
|                               |   | 軸封<br>Shaft seal   | カートリッジ式ダブルメカニカルシール<br>Cartridge type double mechanical seal   |
|                               | 材料<br>Materials                         | ケーシング<br>Casing  | FC250<br>Cast iron  |
|                               |   | 羽根車<br>Impeller  | FC250<br>Cast iron  |
|                               |   | 軸封<br>Shaft seal   | 接液側: SiC/SiC<br>Liquid side<br>モータ側: セラミックス/カーボン<br>Motor side: Ceramics / Carbon   |
|                               | 軸封部封入液<br>Shaft seal lubricant          | タービン油 ISOVG32<br>Turbine oil   |   |
| モータ<br>Motor                  | 形式・極数<br>Type and poles                 |  | 乾式水中・4/6/8/10極<br>Air-filled water-tight type with 4/6/8/10 poles   |
|                               | 相, 周波数, 電圧<br>Phase, frequency, voltage |  | 三相 50Hz: 380, 400, 415V<br>Three phase 60Hz: 380, 440, 460V   |
|                               | 始動方式<br>Starting method                 |  | 直入 (インバータ始動対応), Y-Δ<br>Direct on line (VFD start acceptable), Y-Δ start   |
|                               | 耐熱クラス <sup>※)</sup><br>Thermal class    |  | H   |
|                               | 冷却方式<br>Cooling system                  |  | 自液導入水冷ジャケット方式<br>Self cooling jacket<br>インターナル・クーリング・システム (特殊仕様)<br>Internal cooling system (option)  |
|                               | 軸受 Bearing                              |  | 上部軸受: 単列深溝玉軸受<br>Upper side: Groove type ball bearing<br>下部軸受: 組合せアングュラ玉軸受<br>Lower side: Double row angular contact ball bearing                           |
|                               | 内蔵保護装置<br>Built-in protective device    |  | サーマルプロテクタ<br>Winding temperature detector<br>フロート式浸水検知器<br>Float type leakage detector<br>下部軸受温度計 (特殊仕様)<br>Temperature detector for lower bearing (option) |
| 材料<br>Materials               | フレーム<br>Frame                           | FC250<br>Cast iron   |   |
|                               | 水冷ジャケット<br>Cooling jacket               | SS400<br>Steel   |   |
|                               | 主軸<br>Shaft                             | SUS403<br>403 Stainless steel  |   |
|                               | ケーブル<br>Cable                           | 2PNCT<br>Ethylene-propylene rubber insulated polychloroprene sheathed flexible cable                                 |   |

※) JIS C 4003で規定の耐熱クラス  
Thermal class defined by JIS C 4003

2-2 性能, 機種構成

クローズド羽根車の性能範囲を図2に、オープン羽根車の性能範囲を図3に示す。図2の中で赤色で示した範囲が今回追加した機種である。

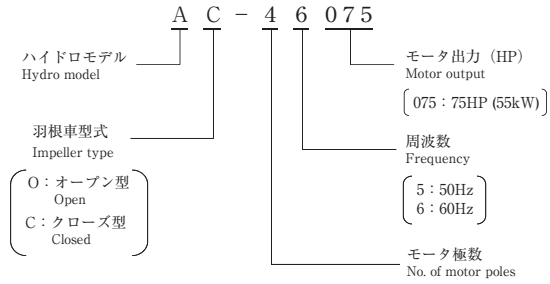


図1 モデルコードの説明  
Fig. 1 Model designation

3. 特長

構造例を図4に示す。

3-1 設置方式

設置方式は着脱装置を使用し槽内に設置する槽内着脱装置設置型と槽外の気中に設置する槽外設置型の2方式を用意している(図5)。水中ポンプを気中に設置する槽外設置は日本ではあまり見られない方式であるが、海外では一般的に行われている。この方式では何らかのトラブルにより万が一ポンプが水没した場合でも運転継続が可能であり、東日本大震災以降、日本においても関心が高まっている。

3-2 ポンプ部

(1) ポンプハイドロ

羽根車形式としては、クローズド形とオープン形の2種

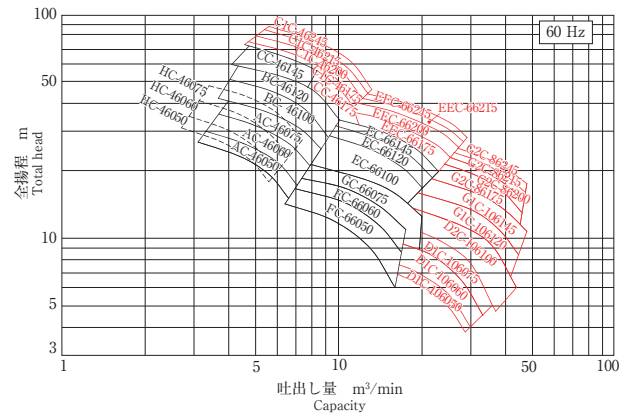
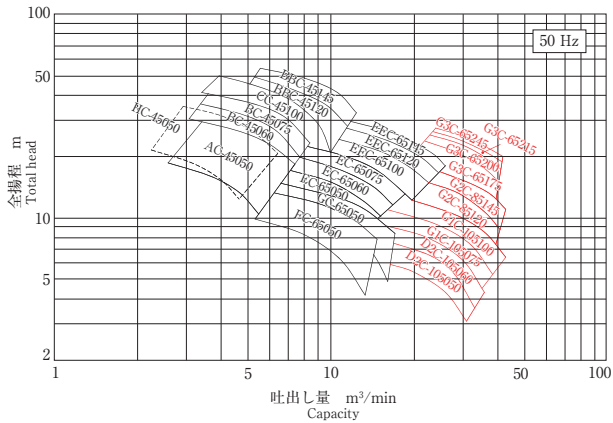


図2 DSC4型 クローズド羽根車性能曲線  
Fig. 2 Performance Chart of Model DSC4 with closed impeller

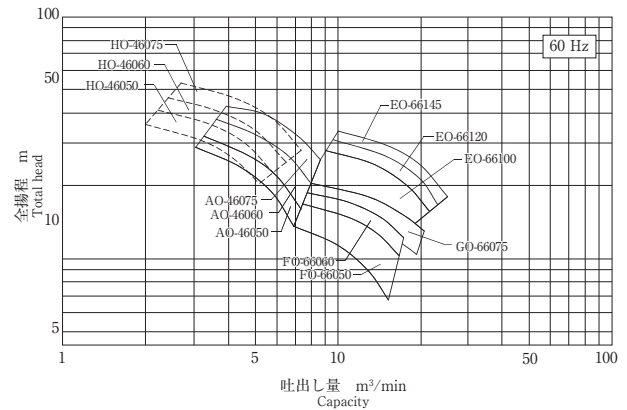
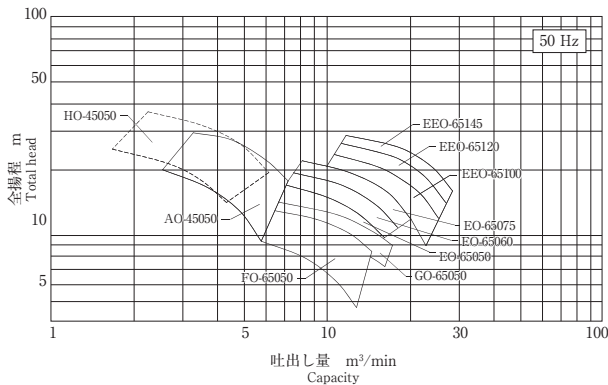


図3 DSC4型 オープン羽根車性能曲線  
Fig. 3 Performance Chart for Model DSC4 with open impeller

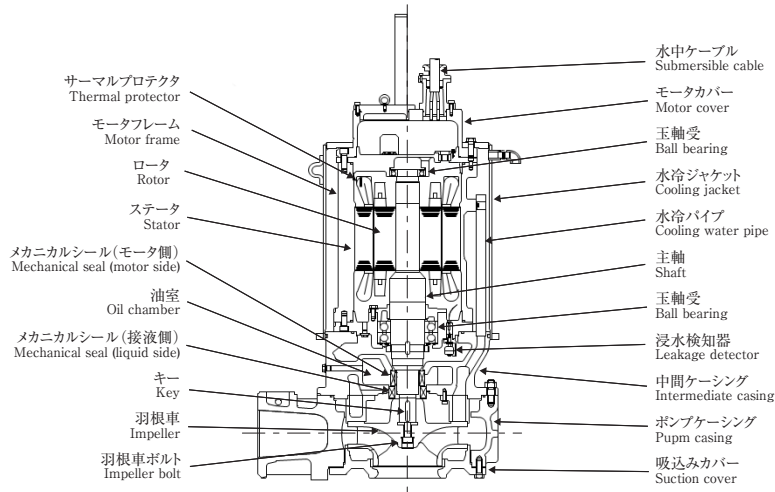


図4 ポンプ構造図  
Fig. 4 Sectional view

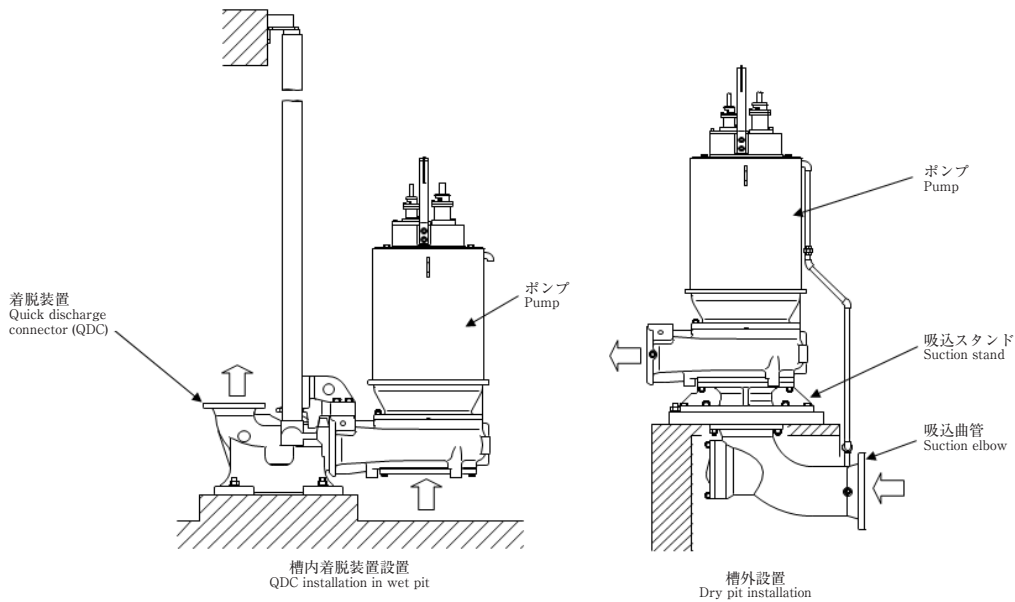


図5 設置方式  
Fig. 5 Installation type

類を用意しており、多様な要求に対応可能となっている。また、海外市場では異物による閉塞事故の回避を目的として、3インチ（76 mm）以上の異物通過径が指定される場合が多いが、DCS4型もハイドロモデルHを除きこれを満足している。

(2) 軸封

軸封はポンプ部とモータ部の間に油室を設け、2つのメカニカルシールを配置した信頼性の高いダブルシール構造としている。更に、この2つのメカニカルシールが1つのスリーブ上にあらかじめ組み立てられているカートリッジ型を採用しており、このスリーブごとポンプに組

み込む構造となっている。このため、メカニカルシールの取扱いが容易であり、メンテナンス時の交換も複雑な調整作業が不要のため、短時間で実施可能である。

3-3 モータ部

(1) インバータ運転対応

モータをインバータで駆動する場合、インバータの高速スイッチングに伴い発生する電圧サージにより、モータの巻線間にコロナ放電が発生し、層間短絡（レアショート）を起こす場合がある。発生する電圧サージの大きさは電源電圧に比例するため、400 V級のモータは200 V級よりも高い電圧サージを受ける。DSC4型ではモータ

の絶縁強化設計を行うと共に、部分放電試験を実施し400 V級でのインバータ運転に対して十分な絶縁性能を有することを確認している。

#### (2) 軸受

下部軸受にはアキシャル荷重に配慮して組合せアンギュラ玉軸受を採用し、これにより設計計算寿命50000時間を達成している。

#### (3) 冷却方式

モータフレームの外周に水冷ジャケットを被せ、フレームとジャケット間に自液を導入することでモータの冷却を行う構造としている。これにより、モータ部が気中に露出した状態でも冷却できるため、気中連続運転が可能である。

また、今回の拡大範囲を除き、自液ではなく専用冷却液をフレームとジャケット間に封入し強制循環させることで冷却を行う、エバラ時報228号(2010-7)で紹介したインターナル・クーリング・システム(ICS: Internal Cooling system)も対応可能である(図6)。

#### (4) FM防爆(特殊仕様)

爆発性雰囲気が発生する恐れのある場所での使用に対しては、米国FM Approvalが認証する防爆規格に適合した製品も特殊仕様で対応可能である。

### 3-4 保護装置

#### (1) 巻線温度検知器

モータの異常温度上昇による焼損を防止するため、モータ巻線内に温度検知素子(サーマルプロテクタ)を埋設してある。巻線温度が異常上昇すると、サーマルプロテクタがそれを検知し外部に発報する。サーマルプロテクタは三相ある巻線の各相間にそれぞれ埋設されているため、欠相等により特定の相だけが過熱した場合でも検知可能である。

#### (2) 浸水検知器

メカニカルシールに漏れが発生した場合にそれを検知

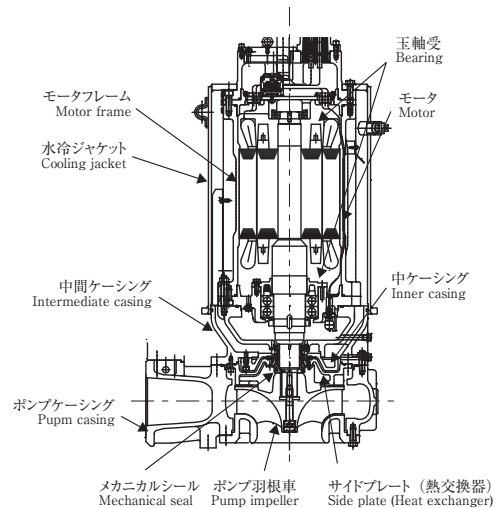


図6 ICS構造図

Fig. 6 Sectional view of internal cooling system (ICS)

し、モータ内への液の浸入による短絡や軸受破損を防止するための浸水検知器を備えている。浸水検知器はメカニカルシールとモータ部の間に設置されており、メカニカルシールの漏れを検知し外部へ発報する。浸水検知器は信頼性の高いフロート式を採用している。

#### (3) 軸受温度計(特殊仕様)

軸受の異常を早期に検知するため、下部軸受への温度計(測温抵抗体:RTD)の取付けも特殊仕様で対応可能である。

## 4. おわりに

本製品は今回の機種範囲拡大を含め、海外市場における各種要求に応えた製品である。しかし、新興諸国におけるインフラ整備の活発化により、汚水汚物水中ポンプの需要は今後ますます増加し、市場ニーズも多様化すると考えられる。これら要求に応えるべく、今後とも開発、改良を推進していく所存である。