

マンホールポンプ施設へのDML型水中ポンプの導入

富永英子* 大河内武郎** 宮崎義晶**

The DML Model Submersible Pump for Manhole Pump Units in Japan

by Eiko TOMINAGA, Takeo OHKOUCHI, & Yoshiaki MIYAZAKI

The DML model submersible pump, whose performance has been proven overseas and which features highly efficient passage of foreign substances, is being installed in manhole pump units in Japan. This pump enables a saving in running costs of manhole pump units, namely in terms of power consumption and maintenance. The following introduces experimental and on-site tests conducted prior to commissioning.

Keywords: Manhole pump unit, Pump efficiency, Foreign substance passage test, Impeller passage, Electricity fee, Vortex type, Non-clog type

1. はじめに

小規模下水道施設では、多方面からコスト縮減に取り組んでいる。特に、市町村合併に伴い、一自治体で管理するマンホールポンプ施設の数が多くなり、維持管理費が増大したため、ランニングコストを抑えたシステムが要望されている。

今回、マンホールポンプ施設用に導入を決定したDML型水中ポンプは、羽根の形式がシングルチャンネルのノンクログ形でボルテックス形より効率が高いため、多数のマンホールポンプ施設を管理しているほど、電気使用量の削減が大いに期待できる。前記ポンプは2001年から海外向けに生産し、汚水関連施設に5300台の納入実績がある。今回、国内のマンホールポンプ施設への導入を想定して検討を行い、良好な結果が得られたのでその内容を紹介する（写真1、2）。

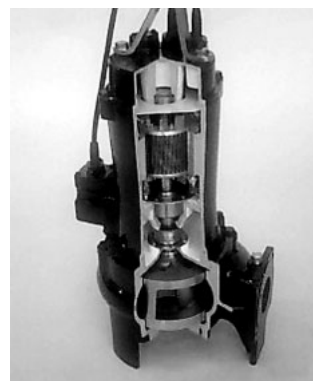
2. 導入課題

DML型水中ポンプは、国内に導入する上で海外での数多くの納入実績が強みではあるが、日本国内の下水道事情や管理方式に適合するかの見極めや、異物の混入によるポンプの閉塞・自動運転による弊害が生じないかなど

* ㈱荏原由倉ハイドロテック 技術・建設統括部 プロジェクト室 技術グループ

** 荏原テクノサーブ(株) 汎用企画推進部

** 荏原機電(株) 水中ポンプ・モーター事業部 技術室 開発部 開発課グループ



07-02 1/214

写真1 DML2型カットモデル (φ65)
Photo 1 Cutting model of Model DML2



07-02 02/214

写真2 羽根車
Photo 2 Impeller of Model DML2

表1 導入課題と検討内容

Table 1 Subject and examination content

導入課題 Subject	検討内容 Contents
ポンプ効率の向上 Pump efficiency	DML型水中ポンプの採用 Adoption of Model DML
異物通過性 Foreign substance passage	従来形ポンプより優れていることを確認する Same as for conventional pump
電気使用量の削減 Saving in electricity fee	フィールド試験により確認する Confirmation through the field test
既設システムとの互換性 Compatibility	既設施設への設置が可能であることを確認する Compatibility with existing system

表2 導入したポンプシリーズ

Table 2 New model DML2 pump series

口径 (mm) Size	出力 (kW) Output
φ 65	0.75~3.7
φ 80	1.5~11
φ 100	3.7~11

の項目を確認し、実証する必要がある(表1)。ポンプの仕様を表2, 3に示す。

今回は、主に次の内容について報告する。

- (1) 社内試験装置による異物通過試験
→異物投入を行い、異物通過性を確認
- (2) 稼動中マンホールポンプ施設でのモニタ試験
→異物通過性とポンプの効率アップによる電気使用量の削減効果を確認

3. 異物通過試験

マンホールポンプ施設は、家庭、学校施設等からの汚水をマンホール槽に一時貯留し、ポンプ圧送している。ポンプ故障や施設の異常時には、ポンプ槽内の汚水があふれないように、自動通報装置により管理者へ故障通報を行い、適切な対応やすばやい施設復旧を行っている。ポンプの異物閉塞による不具合は、ポンプ能力を低下させ、その結果マンホールポンプ槽内の水位を上昇させる要因となるため最も避けなければならない課題である。

表4 通過粒径

Table 4 Impeller passage

内容 Contents	通過粒径 Impeller passage
日本下水道事業団指針 Japanese sewerage guidance	35 mm 以上
φ 80 ボルテックス形 φ 80 vortex pump	80 mm
φ 65 ノンクログ形 (DML2型) φ 65 model DML2	65 mm
φ 80, 100 ノンクログ形 (DML2型) φ 80, 100 model DML2	76 mm

表3 ポンプ仕様

Table 3 Pump specifications

口径(mm) Size		φ 65	φ 80	φ 100
出力範囲(kW) Output		0.75~3.7	1.5~11	3.7~11
異物通過径(mm) Impeller passage		65	76	
ポンプ Pump	構造 Structure	羽根車 Impeller	クローズ1枚羽根(ノンクログ形) Single channel non-clog type	
		メカニカルシール Mechanical seal	ワンコイルダブルメカニカルシール Double mechanical seal	
		軸受 負荷側 Bearing power side	1.5 kW 以上: 複列アンギュラ玉軸受 1.5 kW and above : Double-row angular contact ball bearing	
		軸受 反負荷側 Bearing opposite the road side	0.75 kW 以下: 単列深溝玉軸受 Up to 0.75 kW : Deep groove ball bearing	
	材料 Material	ケーシング Casing	FC200	
		羽根車 Impeller	SCS13	
電動機 Motor	メカニカルシール Mechanical seal	接液側摺動部: SiC/SiC Impeller side faces: Silicon carbide 電動機側摺動部: セラミックス/カーボン Motor side faces: Ceramic/Carbon ゴム材料: NBR Packing		
	軸封部封入液 Lubricating oil	タービン油 ISO VG32 Turbine oil		
	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	三相 50 Hz: 200 V/ 三相 60 Hz: 200/220 V 3Phase		
	始動方式 Starting method	直入(11 kWのみスターデルタ) Direct on line star-delta		
	耐熱クラス Insulation class	1.5 kW 以上: F種/0.75 kW: E種 Above 1.5 kW: Class F/0.75 kW: Class E		
材料 Material	浸水検知器 Water detector	有 Included		
	内蔵保護装置 Protective device	1.5 kW 以上: サーマルプロテクタ/ 0.75 kW: オートカット Thermal/Auto cut		
	フレーム Frame	FC200		
ケーブル Cable	主軸 Shaft	SUS403		
	ケーブル Cable	1.5 kW 以上: 2PNCT/0.75 kW: VCT Above 1.5 kW: 2 PNCT/0.75 kW: VCT		

3-1 通過粒径について

下水道指針では、汚水用水中ポンプの標準仕様にはポンプ閉塞の点を考慮し、「通過粒径35 mm以上確保すること」「最大通過粒径はポンプ口径の70%以上とする」旨の規定がある。DML型水中ポンプでは口径65 mmで65 mm、口径80 mm及び100 mmにおいては76 mm(3インチ)の通過粒径が確保されている(表4)。



07-02 03/214

写真3 異物通過試験装置
Photo 3 Test apparatus for foreign substance passage



07-02 05/214

写真5 異物通過試験に使用したもの①
Photo 5 Items used for foreign substance passage test (1)



07-02 04/214

写真4 DML2型ポンプ (φ 80)
Photo 4 Non-Clog type single channel Pump model DML2



07-02 06/214

写真6 異物通過試験に使用したもの②
Photo 6 Items used for foreign substance passage test (2)

3-2 異物通過性について

(1) 試験方法

ポンプ1台 (φ 80DML × 2.2 kW) を設置した水槽で、100%水量 (最高効率点) ~ 160%水量で運転し、ポンプ吸込口から試験用に準備した異物を投入した。異物通過の有無は、ポンプ吐出し側にかごを設け目視で確認した (写真3, 4)。

(2) 異物の種類

試験には、過去にポンプ閉塞を起こした異物と、流入の可能性のある異物を用意した。

後述するモニタ試験の現場では、過去に子供用パンツ、手拭がポンプ過負荷警報を発生させたことがあるのでこれらも投入試験に加えた (写真5, 6)。

(3) 試験結果

紙おむつ、生理用品をはじめ多くの異物は問題なく通過した。

なお、ストッキングだけは、軽く、長い場合ポンプケーシング内で空回りし、搬送されないことがあったが、ポンプ閉塞には至らなかった (表5)。

表5 異物通過試験結果

Table 5 Foreign substance passage test results

異物 Foreign substance	DML通過回数 Number of passages	異物の寸法 Size
φ 75球 Balls	10	φ 75
タオル (小) Towels (small)	8	340 mm × 800 mm
タオル (大) Towels (large)	10	340 mm × 1050 mm
ストッキング Stockings	6	220 mm × 920 mm
生理用品 Sanitary products	10	90 mm × 200 mm
紙おむつ Paper diapers	10	380 mm × 340 mm
ビニール紐 (トラロープ) Rope	10	1 m
Tシャツ T-shirts	9	Lサイズ L-size

異物投入回数10回
Trial run 10 times

上記に加え
※子供用パンツは4回投入し4回とも通過することを確認した。
※ペットボトル (500 ml) を1回投入し、通過することを確認した。

4. モニタ試験について

異物流入の多い稼働中のマンホールポンプ施設でボルテックス形水中ポンプをDML型水中ポンプに交換し、約1年間のモニタ試験を実施し、運転状況を確認した(図1, 表6)。

4-1 施設仕様

機 場 名：熊本県宇城市小川支所

河江マンホールポンプ場

ポンプ形式：ボルテックス形(通過粒径80mm)

仕 様：80mm×0.64m³/min×2.2kW×2台

マンホールく体：3号(深さ6.3m)

運 転 方 式：単独交互運転, スカム運転方式

4-2 施設の特徴

本現場は2002年4月から稼働しているマンホールポンプ施設で、地元維持管理業者による定期的な管理が行われている(写真7, 8)。

2004年3月からは、近くの大きなショッピング施設の污水管が本施設に接続され、その時点からポンプの過負荷警報が通報されるようになった。維持管理業者による確認の結果、過負荷警報の原因は、油のかたまり、異物による一時的なポンプの閉塞により発生したものであった。このような状況に対応するため2005年8月には、流入管の下にしさかごを設置している(写真9)。

4-3 モニタ試験の目的

DML型水中ポンプに交換して、異物の通過性とポンプ効率向上による電気使用量の削減効果について確認することにした。

4-4 モニタ期間

2005年11月15日～2007年1月(継続中)

4-5 運転状況の監視

異物の閉塞は、ポンプの過負荷警報の有無で判断した。モニタ期間中は、しさかごを外して試験を行ったため、ポンプ閉塞時の緊急対応として故障通報先に、荏原テクノサーブ(株)のJESシステム, JES-ネットを追加し、24時間監視体制と電子メールにより警報通報を関係者に配信することで、管理者, 地元維持管理業者に迷惑がかからないようにし、運転履歴, 故障履歴をエクセルデータにより運転状況を把握した。

4-6 モニタ結果

(1) 異物通過性について

モニタ開始前, ポンプ過負荷が多い時に1箇月に2～3回発生していたが, モニタ開始後は, 約11箇月間で2回(1月3日と6月9日)に減り, 2006年7月以降過負荷

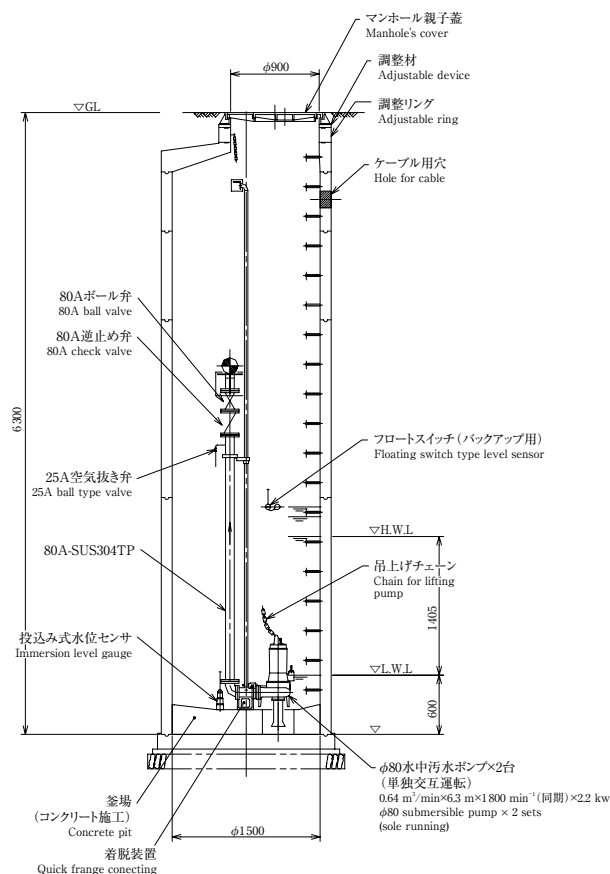


図1 マンホールポンプ側面図
Fig. 1 Side view of manhole pump unit

表6 ポンプ性能比較

Table 6 Comparison in pump performance

ポンプ仕様 Specifications	既設 Old spec.	変更後 New spec.
型式 Type	ボルテックス形 Vortex type	ノンクログ形 Non-clog type (シングルチャンネル式) (Single channel)
機名 Model	DMV2	DML2
通過粒径 Impeller passage	80 mm	76 mm
口径 Size	80 mm	80 mm
電動機 Motor	2.2 kW	2.2 kW
仕様点 ^{*1} Specifications point	0.64 m ³ /min × 6.3 m	
最高効率 Peak efficient	48%	58%
最高効率時の吐出量 Capacity of peak efficient	0.7 m ³ /min	0.9 m ³ /min

*1 計画流入汚水量と実揚程, 配管損失から計算
Calculated data



07-02 07/214

写真7 試験現場全景
Photo 7 Overview of field test site

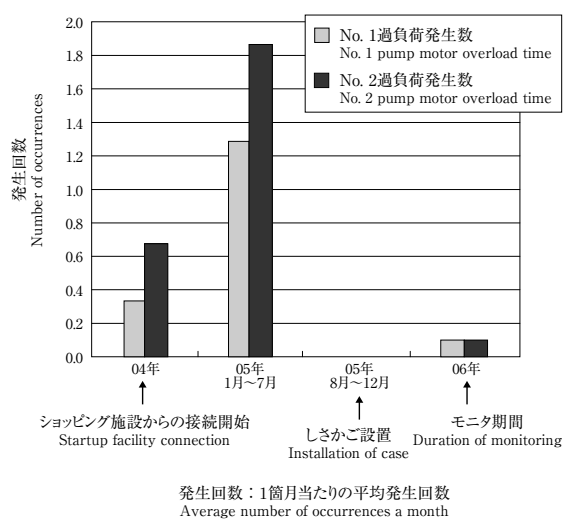


図2 ポンプ過負荷発生状況
Fig. 2 Motor overload time



07-02 08/214

写真8 試験現場制御盤 (装柱型)
Photo 8 Control board at field test site



07-02 09/214

写真9 しさかごに溜まった異物と油 (ポンプ交換前)
Photo 9 Foreign substances and oil in case

はまったく発生していない (図2)。

通過した異物の種類を確認することはできなかったが、閉塞回数がモニタ試験前より大幅に改善され、DML型水中ポンプに交換した効果が認められた。

(2) 電気使用量の軽減について

今回のモニタ試験では、既設ポンプと同じ出力のポンプを使用し、年間に換算すると約12000円程度の電気料金の削減効果があった。

一般的に、DMLを採用する場合、既設よりも1ランク小さいモータ出力のポンプを選定できることも多く、2.2 kWを1.5 kWにした場合契約電力費も安くなり、年間約3万円程度の削減が期待できる。モータ出力が大きい施設では、その効果も更に大きくなる。

5. まとめ

異物通過試験、モニタ試験より次の結果が得られた。

(1) 異物通過試験では、マンホールポンプ施設に流入する可能性がある異物についてはほぼポンプを通過することが確認できた。

(2) モニタ試験では、ポンプの閉塞回数の低減 (維持管理業務者の現場出動回数の低減)、電気使用量の削減ができた。

更に、DMLを国内市場に投入するにあたり、次の改良を行った。

(1) 既設システムへの互換性

既設マンホールポンプはボルテックスポンプが多い。DML型水中ポンプは、この着脱装置をそのまま使える

形状とした(一部,着脱フランジの交換が必要な機種有)。

(2) 長寿命化

主な仕様は次のとおりである。

- ①メカニカルシール：全機種ワンコイルダブルメカニカルシールを採用
- ②軸受：複列軸受の採用
- ③主軸：剛性の高い主軸の採用

6. おわりに

長期的なモニタ試験にもかかわらず、マンホールポンプ施設を提供いただいた宇城市小川支庁の関係各位に感謝の意を表す。

今後も、マンホールポンプ施設の新規、更新事業を進めていく中で、一層のコストダウン、維持管理の効率化に努めていく所存である。

