

22. マスプロダクト型排水ポンプの現場実証と新たな研究開発について

国土交通省 大臣官房 参事官（イノベーション）グループ 施工企画室 ○ 吉崎 雄一
能登 真澄

1. はじめに

河川ポンプ設備は高度経済成長期に整備されたものが多く、設置後50年以上経過する施設の急増が見込まれている。また、河川ポンプ設備は複数の機器がシステムとして一体となり機能を発揮するプラント設備であることから、老朽化が進行すると、部品・機器等の部分的な交換による機能回復が限界を迎える、システム全体の更新が必要となる。よって、今後全国で老朽化した施設が一斉に更新時期を迎える、施設の機能低下や更新費用の増大が懸念されている。

加えて、河川ポンプ設備を構成する機器は特注・受注生産品であるため、扱える技術者が限定されるとともに、故障時の部品供給や更新に時間を要するなど、維持管理性も課題となっている。

そこで国土交通省では、河川ポンプ設備の経済性、維持管理性等の向上を目的とし、個別設計・一品生産品から部品の規格化・量産品の活用へ転換を図る「マスプロダクト型排水ポンプ」の開発に着手した。

令和3年度に100kW級の量産品エンジンとして自動車用エンジンを使用した、排水量1m³/sのマスプロダクト型排水ポンプ（以下、「100kW級マスプロポンプ」という。）の実証試験を国立研究開発法人土木研究所の水中環境実験施設で実施して技術の成立性を確認した。その後、令和4年度から令和5年度末までに、秋田県大仙市、京都府福知山市、広島県三次市、高知県四万十市、福岡県みやま市及び福智町の6箇所に100kW級マスプロポンプの試験設備を設置し、将来の社会実装に向けた現場実証を行っているところである。

表-1 試験設備の主要諸元（100kW級マスプロポンプ）

項目	秋田県大仙市	京都府福知山市	広島県三次市	高知県四万十市	福岡県みやま市	福岡県福智町
ポンプ	メーカー	電業社 機械製作所	西島製作所	クボタ	荏原製作所	日立インダストリ アルプロダクト
	仕様	φ700mm 横軸斜流ポンプ（1m ³ /s×6m）				
エンジン	メーカー	三菱ふそう トラック・バス	三菱ふそう トラック・バス	三菱自動車	豊田自動織機	三菱自動車
	定格出力	98kW	98kW	107kW	105kW	100kW
	最大トルク	520N・m	520N・m	360N・m	450N・m	360N・m
	定格回転数	1,900min ⁻¹	1,900min ⁻¹	3,400min ⁻¹	3,400min ⁻¹	3,400min ⁻¹

さらに、マスプロダクト型排水ポンプの適用範囲拡大を目的に、200kW級の量産品エンジンを使用した、排水量2m³/sのマスプロダクト型排水ポンプ（以下、「高出力型マスプロポンプ」という。）の研究開発を令和4年度末から進めているところである。

本稿は、100kW級マスプロポンプと、高出力型マスプロポンプの研究開発や現場実証等について経過報告するものである。

2. 100kW級マスプロポンプの現場実証

ここでは、令和4年度より進めている100kW級マスプロポンプの現場実証について報告する。

2.1 現場実証の目的

今後の社会実装に向け、現場に試験設備を設置し、実運用に近い環境下における排水運転等の各種試験を通じて、耐久性、操作性、維持管理性等を確認することが現場実証の目的である。

2.2 現場実証の内容

現場実証では、出水時の排水運転による操作性や耐久性の確認、点検やエンジン交換試験により点検や交換保全の容易性等の維持管理性の確認を行うものである。

2.3 試験設備の設置状況

6箇所の試験設備の主要諸元は表-1、設置状況は表-2のとおりである。

表-2 試験設備の設置状況

実証箇所	秋田県大仙市	京都府福知山市	広島県三次市
設置場所	雄物川水系丸子川左岸 1.0k 付近 (大曲浜町地先)	由良川水系蓼原川左岸 25.5k 付近 (大江町河守地先)	江の川水系江の川 149.4k 付近 (秋町亀甲地先)
設置時期	令和 5 年 12 月	令和 5 年 7 月	令和 6 年 3 月
写 真			
実証箇所	高知県四万十市	福岡県みやま市	福岡県福智町
設置箇所	渡川水系中筋川左岸 8.4k 付近 (楠島地先)	矢部川水系矢部川左岸 12.5k 付近 (瀬高町本郷地先)	遠賀川水系彦山川左岸 3.6k 付近 (草場地先)
設置時期	令和 5 年 5 月	令和 5 年 12 月	令和 5 年 5 月
写 真			

2.4 現場実証の状況

(1) 操作性

出水時に試験設備を使用して排水運転を実施し、操作の難易について確認した。設置後令和 6 年度末までの間に、台風等の影響により、福知山市以外の 5 箇所の試験設備において、延べ 55 時間程度排水運転を実施した。マスプロダクツ型排水ポンプは、一つのボタンで関連機器が自動で起動する「連動運転」が可能となっており、操作員へのヒアリング結果から、操作性に問題が無いことが確認できた。

(2) 点検

月点検、年点検を実施し、点検の難易や作業性を確認した。全般的に従来技術とほぼ変わらないが、エンジンがパッケージ式のため確認しづらい箇所や、パネルの一部を取り外す必要がある等、設計における留意事項も確認することができた。なお、試験設備に大きな不具合等は確認されていない。

(3) 交換保全

試験的にエンジンを予備機と交換し、交換保全の難易や作業性について確認した。建屋や屋根がある試験設備の交換作業では、エンジンを水平移

動させる必要があった。一方、一部のエンジンにおいてユニバーサルジョイントから分割が可能な構造としたことで、時間がかかる芯出し作業が不要となり作業時間の短縮につながったことも確認できた。



写真-1 エンジン交換作業の状況 (福智町)

(4) 耐久性

設置して間もないこともあり、現時点で大きな劣化や損耗等は無い。

(5) 今後の予定

6 箇所の試験設備について、本年度も引き続き現場実証を行っていく予定であり、現場実証で確認

した課題や知見等をとりまとめる予定である。

3. 高出力型マスプロポンプの研究開発

続いて、令和4年度末より着手した高出力型マスプロポンプの研究開発について経過報告する。

3.1 試験設備の概要

試験設備の主要諸元を表-3に、据付断面図を図-1にそれぞれ示す。(以降、エンジンについては記号A, Bを付して表記する。)

表-3 試験設備の主要諸元（高出力型マスプロポンプ）

項目		諸元	
ポンプ	メーカ	荏原製作所	
	仕様	$\phi 1000\text{mm}$ 立軸斜流ポンプ ($2\text{m}^3/\text{s} \times 6\text{m}$)	
エンジン	記号	A	B
	メーカ	Y社	K社
	定格出力	200kW	275kW
	定格回転数	$1,500\text{min}^{-1}$	$1,500\text{min}^{-1}$

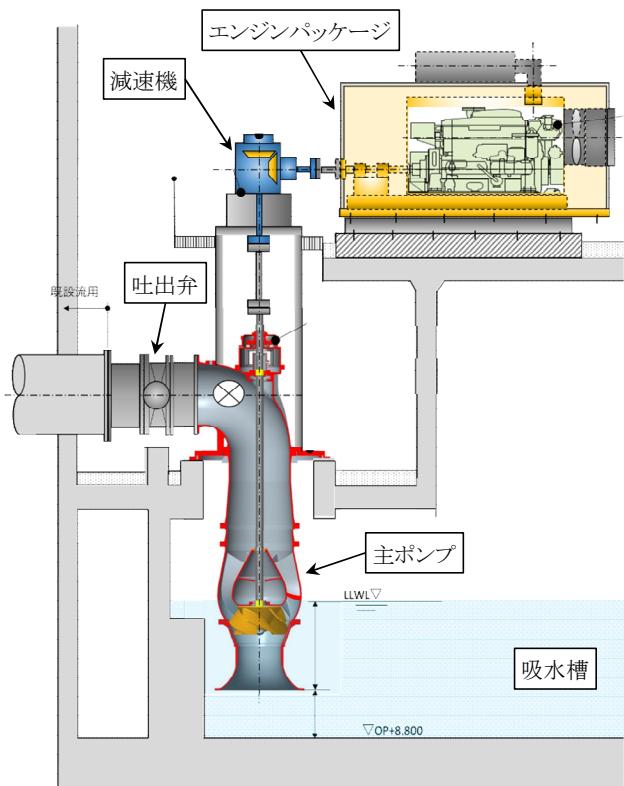


図-1 試験設備据付断面図

エンジンには量産品の発電機用ディーゼルエンジンを採用した。発電機用エンジンは一定負荷状態において一定回転数で連続運転するもので、使用条件が類似していること、自動車用エンジンでは必要だったエンジン制御装置との信号調整が不要であることから、主ポンプ駆動用としての適合性が期待できる。なお、エンジンについては交換が

容易となるよう、100kW級マスプロポンプと同様にパッケージ化し、後述の交換試験のため、予備機を含めて異なるメーカーの2台を使用している。また、エンジンと減速機を接続する中間軸継手は、着脱の容易性やミスアライメントの許容範囲の広さを考慮したカップリングを採用した。

実証現場は、過去の排水実績や設置スペースを考慮し、近畿地方整備局淀川河川事務所が管理する針ノ木排水機場とした。針ノ木排水機場は計画排水量 $6.0\text{m}^3/\text{s}$ のうち、現在の必要排水量 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ の主ポンプ1台が昭和51年度に設置され、現在まで運用されている。将来の主ポンプ設置予定箇所を利用して令和7年1月までに試験設備を設置し（写真-2），同年3月まで実証試験を実施した。



写真-2 主ポンプの据付状況

3.2 実証試験の内容

(1) 排水性能試験

針ノ木排水機場は自然流下ゲート利用循環方式による管理運転が可能であり、これを活用して始動試験、負荷変動試験、連続運転試験を実施し、排水性能の確認を行った。エンジンA、Bそれぞれの通常据付（後述）での計測結果を図-2～4に示す。

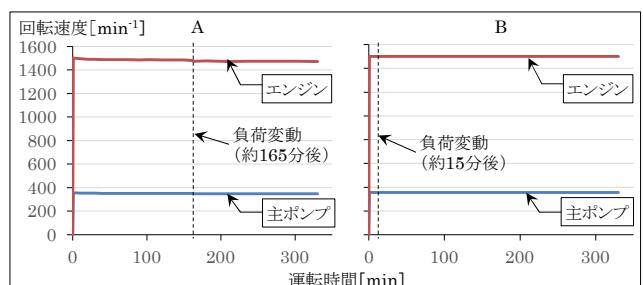


図-2 主ポンプ、エンジンの回転速度

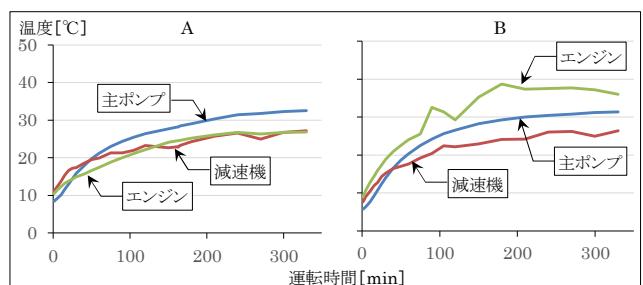


図-3 軸受温度

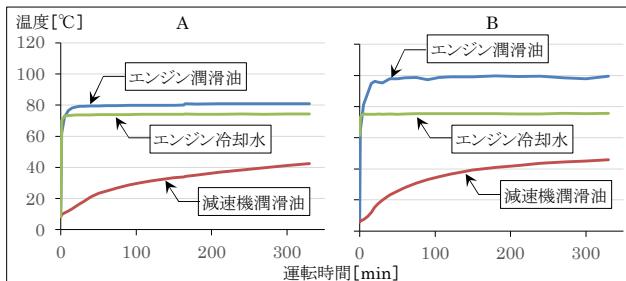


図-4 潤滑油、冷却水温度

エンジン始動後、ポンプと接続した際のエンジンストールもなく、所定の回転速度で安定して推進しており、吐出弁の開度を 100 から 40%に絞ることによる負荷変動後も安定している。また、潤滑油、冷却水、軸受の温度も規定値内で、異常な騒音や振動も無く、約 5.5 時間の連続運転において排水性能に問題が無いことを確認した。

(2) エンジン交換試験

最初に設置したエンジン A から B に試験的に交換し、交換保全における作業性や互換性について確認した（写真-3）。



写真-3 エンジンBの搬入状況

また、芯出し作業の迅速化について検証するため、従来の管理基準値（機械工事施工管理基準（案））による据付（以下、「通常据付」という。）と、それより許容値を大きくした管理基準値による据付（以下、「簡易据付」という。）の 2 通りを試験的に実施した。通常据付と簡易据付の管理基準値を表-4 に示す。

表-4 芯出しの管理基準値

区分	芯ずれ	面振れ
通常据付	0.15mm	0.1 mm
簡易据付	0.9 mm	0.47mm

エンジンの交換作業に要した時間を表-5 に示す。針ノ木排水機場特有のスペースの制限から搬入・搬出に時間を要しており、特にエンジン A は筐体を分割しなければならなかつたため、時間を要した（写真-4）。芯出し作業については簡易据付が通常据付の 1/4 程度に短縮されることを確認した。

表-5 エンジンパッケージ交換に要した時間

作業内容	作業時間	
	A	B
搬入	32 時間	20 時間
搬出	12 時間	（作業無し）
芯出し（通常据付）	32 時間	16 時間
芯出し（簡易据付）	8 時間	4 時間



写真-4 エンジンAの搬出状況

先述の通常据付と同様、簡易据付についても排水性能試験を実施し、問題が無いことを確認した。

3.3 現在の進捗と今後の予定

令和 7 年 8 月末現在、引き続き現場実を進めており、同年 9 月までにエンジン A, B それぞれ 50 時間程度の排水性能試験とエンジン交換試験を実施し、令和 7 年度内に結果をまとめることとする予定である。

4. おわりに

マスプロダクツ型排水ポンプは、全国の河川機械設備の「大更新時代」到来が懸念されているなかで、個別設計・一品生産品から部品の規格化・量産品の活用という発想の転換により生み出され、ポンプ業界と自動車業界の異業種連携の試みで開発が始まった。これまでの実証試験等の結果から、今後の治水対策の選択肢の一つとしての可能性が示されている。

国土交通省では、引き続きマスプロダクツ型排水ポンプの実証試験を行い、そこで得られた知見を集積し、導入のための技術指針（案）を取りまとめていく所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省、社会資本整備審議会河川分科会河川機械設備小委員会答申 河川機械設備のあり方について、令和4年7月