

マスプロダクツ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
林 朋幸

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・機器等の部分交換も限界となり、システム全体の更新が必要となる。よって、全国で老朽化した施設が一斉に更新を迎える「大更新時代」の到来が懸念されている。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、故障時の部品供給に時間を要することから、メンテナンス性の確保も課題となっている。

そこで国土交通省では、経済性、操作性、維持管理性の向上を目的とし、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「マスプロダクツ型排水ポンプ」の開発に着手した。

令和 3 年度、主原動機に 100kW 級の量産品エンジンを使用した、排水量 1m³/s のマスプロダクツ型排水ポンプ(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行い、技術の成立性について確認した。また、社会実装に向けて、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実証設備を設置し、現場実証を行っているところである。

さらに、マスプロダクツ型排水ポンプの適用範囲拡大を目指し、主原動機に 200kW 級の量産品エンジンを使用した、排水量 2m³/s のマスプロダクツ型排水ポンプ(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 級マスプロポンプの現場実証と、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

100kW 級マスプロポンプは、主に地方公共団体が管理する小規模排水機場への導入を想定している。今後の社会実装に向けて、実際に使用が想定される環境下に設備を設置し、出水時の排水運転等により、耐久性、操作性、維持管理性など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 実証設備の設置状況

6 箇所の実証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-1 実証設備の主要諸元 (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 プロダクツ	鶴見製作所
	仕様	φ 700mm 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	豊田自動織機	三菱自動車
	定格出力	98kW	98kW	107kW	105kW	100kW	109kW
	最大トルク	520N・m	520N・m	360N・m	450N・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	3,400min ⁻¹

表-2 実証設備^シの設置状況

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) 秋田県大仙市

令和 6 年 7 月 9～10 日、25～26 日の 4 日間で延べ約 16 時間の実排水運転が行われた (写真-1)。



写真-1 排水運転状況 (R6.7 大仙市実証設備)

運転中の異常等は特に無く、正常に機能することを確認した。

(2) 京都府福知山市

福知山市の実証設備は、バイパス管を使用した管理運転が可能であり、令和 6 年 5 月に管理運転を実施した。管理運転時の排水量 (計算値)、エン

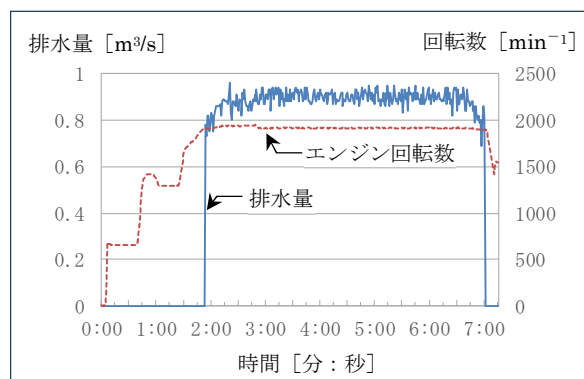


図-1 管理運転データ (R6.5 福知山市実証設備)

ジン回転数を図-1 に示す。運転中の排水量、エンジン回転数とも安定して推移している。

(3) 広島県三次市

完成後、まだ実排水運転を行っていないが、今後行われる実排水運転で確認予定である。

(4) 高知県四万十市

令和 5 年 6 月の台風 2 号に伴う出水時に約 20 時間の実排水運転が行われ (写真-2)、運転中に大きく 2 つの異常が生じた。1 つは落水検知によ



写真-2 排水運転状況 (R5.6 四万十市実証設備)



写真-3 排水運転状況 (R5.7 福智町実証設備)

る運転停止, もう1つはエンジンの冷却水温上昇による運転停止である。落水検知は2回発生したが、いずれも主ポンプを一旦停止して再度運転することで故障復帰した。これにより、実際に落水現象が発生したのではなく、配管内の空気溜まりを誤検知したと推測される。エンジン冷却水温度の上昇については、エンジンの熱を放出するため、応急的な対応としてエンジンパッケージの扉を解放して運転を継続できた。この事象を踏まえ、パッケージには新たに給排気ファンを追加する対策を実施した。

(5) 福岡県みやま市

令和6年7月の出水時に約4時間の実排水運転が行われた。運転中にポンプが「主原動機重故障」により複数回停止する事象が発生した。運転時の排水量(計算値)、エンジン回転数を図-2に示す。エンジン回転数は安定して推移しているが、排水量が $2\text{m}^3/\text{s}$ を示す等不安定である事を確認した。原因については現在調査中である。

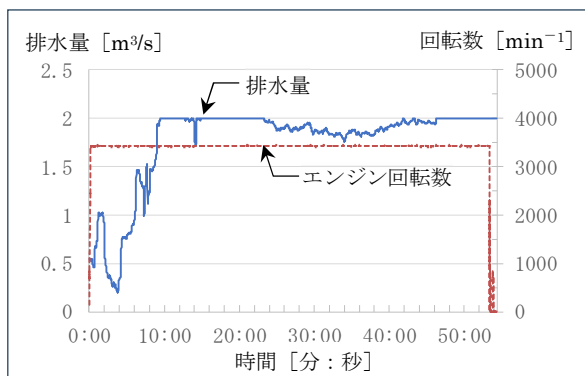


図-2 実排水運転データ (R6.7 みやま市実証設備)

(6) 福岡県福智町

令和5年7月の出水時に約3時間の実排水運転が行われた(写真-3)。運転時に大きな異常等は確認されなかった。

6箇所の実証設備について、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等について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 研究開発の目的

高出力型マスプロポンプは、主に直轄排水機場への導入を想定しており、本研究開発では、主原動機に量産型エンジンを使用した、排水量 $2\text{m}^3/\text{s}$ の立軸斜流ポンプの開発を目的として、実証設備の製作、据付及び試験を実施する。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する。

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を予定している。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実証試験を行う予定である(写真-4)。

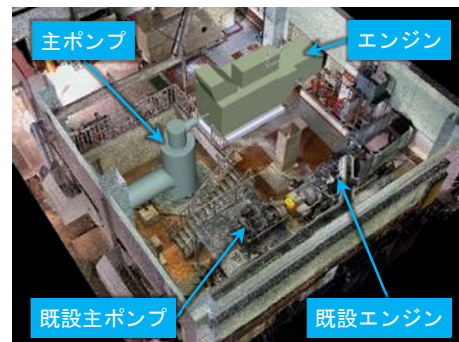


写真-4 高出力マスプロポンプ実証設備設置イメージ

3.2 今年度の実施内容

昨年度に設計・製作が完了した実証設備について、今年度は実証現場への据付のほか、排水性能試験、エンジン交換試験を行う予定である。

(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る。これを活用し、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う。なお、後述するエンジン交換試験後も含めて2台のエンジンについて、軸受温度や振動値等の傾向を確認し分析を行う。

(2) エンジン交換試験

異なるメーカーのエンジンパッケージの交換試験を行い、互換性等について確認する。また、交換後の芯出しの管理基準値について、従来の機械工事施工管理基準(案)の管理基準値による据付(以下、「通常据付」という。)と、交換作業の容易性のために許容値を大きくした据付(以下、「簡易据付」という。)のそれぞれについて行い、排水性能試験で、軸受温度や振動値等の傾向を確認し分析を行う。

3.3 実証設備の概要

実証設備の主要諸元を表-3に示す。なお、エンジンは前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台を使用する。エンジンは、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、主ポンプ駆動用エンジンへの適合性が期待できる。

表-3 実証設備の主要諸元(高出力型マスプロポンプ)

項目		諸元	
ポンプ	メーカー	荏原製作所	
	仕様	φ1000mm 立軸斜流ポンプ (2m ³ /s×6m)	
エンジン	メーカー	ヤンマーエネルギーシステム	コマツ
	定格出力	200kW	275kW
	定格回転数	1500min ⁻¹	1500min ⁻¹

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。これによりエンジンの交換作業が迅速化されるかを今後のエンジン交換試験で検証する予定である。

3.4 現在の進捗と今後の予定

令和6年8月末現在、実証設備の製作が進められており(写真-5)、出水期明けに据付を行う予定で、令和7年1月下旬から2月末まで排水性能試験、エンジン交換試験を予定している。



写真-5 200kW級エンジンパッケージ製作状況

来年度以降についても、エンジン交換試験、排水性能試験や維持管理性の検証等を実施し、2台のエンジンパッケージそれぞれについて200時間以上の運転を目指し、実証試験を行う予定である。

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。

マスプロダクツ型排水ポンプは、これまでの実証試験等の検証結果から、今後の治水対策手法の1つの選択肢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、技術指針(案)を取りまとめて導入促進を進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
- 2) 一般社団法人河川ポンプ施設技術協会, ぽんぷ, No. 70, 令和5年9月