

35. 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 ○永井 亮佑
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 年以上経過した施設の急増が見込まれている。また、河川機械設備は複数の装置が連動し機能を発揮していることから部品交換等による長寿命化にも限界があり、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、河川ポンプ設備は特注・受注生産であるため、扱える技術者が限定されるとともに、故障等に伴う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。

マスプロダクツ型排水ポンプは、導入コストの低減、操作性、維持管理性の向上のみならず、ポンプの小口分散化や予備ポンプの設置による総合信頼性の向上も期待できるため、既存のポンプ設備の更新のみならず排水ポンプ設備の新設、増設手段としても期待されており、令和 4 年の社会資本整備審議会河川分科会河川機械設備小委員会においても機械設備のマスプロダクツ化について答申があったところである。

令和 3 年度は国立研究開発法人土木研究所の水環境実験施設を使用して実証試験を行い、マスプロダクツ型排水ポンプの技術の成立性について確認した。令和 4 年度からは、応募のあった 10 市町 13 カ所から計 6 箇所を選定し、現場実証に着手した。令和 5 年 8 月現在、既に一部の現場では実排水運転による検証を行っているところである。

さらに令和 4 年度末からは

マスプロダクツ型排水ポンプの更なる適用範囲拡大を目指し、200kw 級マスプロダクツ型排水ポンプ（高出力タイプ）（以下「高出力タイプ」という。）の研究開発も進めているところである。本稿は、マスプロダクツ型排水ポンプの現場実証に関する中間報告と、高出力タイプの研究開発について経過報告するものである。

2. 地方自治体における現場実証

ここでは、令和 4 年度より進められているマスプロダクツ型排水ポンプ(100kw 級)の現場実証について報告する。

2.1 現場実証の目的

マスプロダクツ型排水ポンプを導入・普及拡大させるためには、実際に使用が想定される環境下において出水時に稼働させ、耐久性、操作性、現場適用性、維持管理性などの検証を行う必要がある。そこで国土交通省では、これらの項目の検討を目的として実証実験を行っている。

2.2 実証現場の選定

国土交通省は令和 3 年 12 月に河川機械設備革新的技術実証事業に関する公募を開始。マスプロダクツ型排水ポンプ設備の現場実証に協力可能な市区町村の公募を行った。10 の地方自治体から応募があり、現場実証を実施する 6 市町(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)が選定された。

2.3 全体進捗

令和 5 年 8 月現在、京都府福知山市、高知県四万十市、福岡県福智町の 3 カ所については、実証設

表-1: ポンプ及びエンジンの仕様

項目	京都府福知山市	高知県四万十市	福岡県福智町
ポンプメーカー	西島製作所	荏原製作所	鶴見製作所
形式	横軸斜流	横軸斜流	横軸斜流
計画吐出量	1m ³ /s	1m ³ /s	1m ³ /s
計画全揚程	6m	6m	6m
エンジン提供メーカー	三菱ふそうトラック・バス	豊田自動織機	三菱自動車
最高出力	125kW	130kW	108kW
最大トルク	520N・m	450N・m	380N・m
回転数	1,900～2,000min ⁻¹	1,900～3,500min ⁻¹	2,750～3,500min ⁻¹

備が完成し、そのうち四万十市、福智町の2カ所については実排水運転も行っている。残りの3カ所（秋田県大仙市、広島県三次市、福岡県みやま市）も令和5年度中に完成の見込みであり、完成次第実排水運転を通じて2.1で述べた各性能について検討を行う予定である。

2.4 完成した実証現場

ここからは、令和5年8月時点で完成している3カ所の実証現場の設備について紹介する。なお、四万十市、福智町に設置されたポンプ設備については、既に台風等の出水により実排水運転を行ったため、これについても報告する。各実証現場エンジンおよびポンプの仕様は表-1のとおりである。

(1) 福知山市

①現地及びポンプ設備概要

福知山市における現場実証は、由良川水系蓼原川の蓼原地区にて行われている（位置図-1）。この地区は古くから内水氾濫が頻発しており、周辺地域では平成25年以降も大規模な出水により累計100戸以上の家屋に浸水被害が生じている。そこで令和4年度、福知山市はハード対策の一環として排水ピットとしても機能する調整池を整備した。本実証現場におけるマスプロダクツ型排水ポンプ設備は、この調整池に集められた内水を由良川本川へ排水することで蓼原地区の浸水被害を軽減さ



位置図-1：福知山市の実証現場

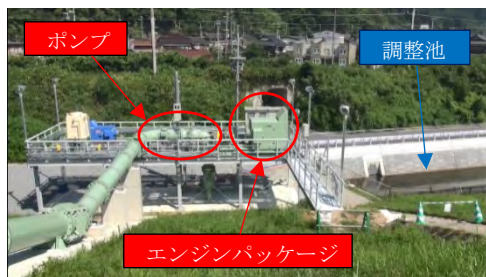


写真-1：福知山市のポンプ設備

せるものである（写真-1）。

(2) 四万十市

①現地及びポンプ設備概要

四万十市における現場実証は、一級河川である渡川水系中筋川の楠島地区にて行われている（位置図-2）。中筋川流域全体における、家屋の浸水被害のほとんどは、具同・楠島地区に集中しており、令和26年6月の出水では、被害を受けた家屋は96

戸に登った。なお、本実証現場におけるマスプロダクツ型排水ポンプ設備の外観は写真-2のとおりである。

②実排水運転の状況

本実証設備は、令和5年に発生した台風2号による出水により、同年6月2日におよそ20時間稼働した（写真-3）。そこでは、運転中大きく2つの問題が生じた。1つは落水検知による運転停止、もう1つはパッケージ型エンジンのラジエータ温度上昇による運転停止である。落水検知は、本出水運転中、2回発生したが、いずれもポンプを一旦停止してから、再運転することで故障から復帰した。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。エンジンラジエータの温度上昇については、ポンプ運転中にエンジンパッケージの扉を解放することにより、パッケージ内部にこもった熱を放出し、故障から復帰した。設計時に想定していたよりも多



位置図-2：四万十市の実証現場



写真-2：四万十市のポンプ設備



写真-3：排水の様子（四万十市）

い熱量が発生したと推測され、排気量を調整することとした。

(3) 福智町

①現地及びポンプ設備概要

福智町における現場実証は、一級河川である遠賀川水系彦山川の草場地区にて行われている（位

置図-3)。本地区では平成 30 年 7 月の九州北部豪雨で、一部家屋の浸水被害が発生した。さらに地区内で発生した内水氾濫により、道路が冠水し、排水ポンプ車を含む緊急車両の通行に支障を来す等の被害も確認されている。なお、福智町のマスプロダクト型排水ポンプ設備の外観は写真-4 に示すとおりである。

②実排水運転の状況

本実証設備は、令和 5 年 7 月 10 日の出水により、およそ 3 時間稼働した(写真-5)。実証設備の試運転時の流量計算の調整不足により、排水開始から約 2 時間の欠測と数値異常不具合があったが、写真からもわかるとおり、排水自体は行われていた。



位置図-3：福智町の実証現場

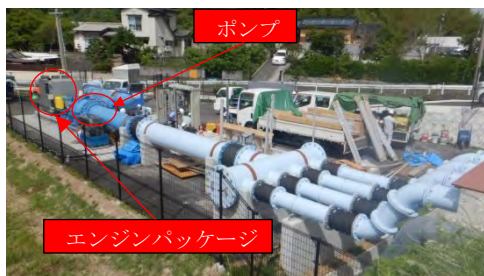


写真-4：福智町の実証現場



写真-5：排水の様子(福智町)

2.5 現場実証における分析

図-1 は四万十市の実証設備における時刻と排水量の関係を表している。なお、四万十市の実証設備は、落水検知やラジエータ温度上昇による運転停止の都合上、間欠運転状態となっていたため、あくまでも総運転時間の一部期間を抽出したものであることは留意されたい。いずれの時刻でも概ね平均値 $1.07\text{m}^3/\text{s}$ から 10%以内のばらつきの範囲で排水を行っていた。

一方、図-2 は福智町の実証設備の運転中に得られ

た時刻とポンプ回転数の関係を示したグラフである(福智町の設備については排水量のログが得られなかったため、ポンプ回転数を排水量に代わる指標とした)。ポンプの回転数のばらつきが概ね平均値から 10%以内に収まっており安定していることや、写真-5 の吐出配管からの排水の様子から、概ね問題なく排水できていることがわかる。

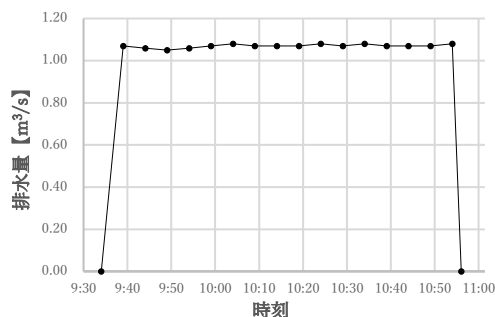


図-1：排水量(四万十市)

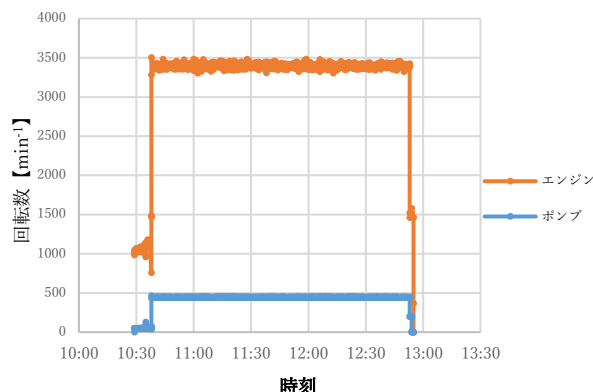


図-2：回転数の安定性(福智町)

一方、四万十市の実証現場で起こった故障事例からは、現時点で以下のことが言える。

(1) 落水検知

マスプロダクト型排水ポンプ設備は規格化された製品等の利用により、従来ポンプから比較して設計項目や点検項目を減少させることでコスト縮減を目指している。中でも、ポンプ本体については、吸水槽が不要である横軸ポンプを採用することで、コストメリットを生み出している。落水検知は横軸ポンプに多く見られる現象であるため、今後も同様の検知による運転停止の可能性が高い。落水検知については、引続き他の実証現場における状況を収集することで、落水誤検知対策を検討する予定である。

(2) ラジエータの温度上昇

マスプロダクト型排水ポンプはエンジンをパッケージ化することにより、エンジンの屋外使用や容易なエンジン交換作業を目指している。しかしパッケージ化により、エンジンからの排熱がパッ

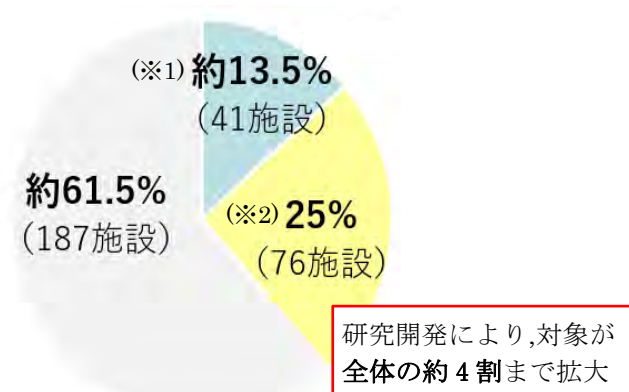
ケーシング内から十分排出されず、エンジン本体の温度上昇につながり、故障が発生したと考えられる。従って、今後は排熱を効率的にパッケージ外へ放出できるような吸排気口の大きさや位置等の検討が必要になる。

3. 高出力タイプの研究開発

ここからは令和 4 年度末より研究開発に着手した高出力タイプについて進捗状況を報告する。

3.1 高出力タイプの目的

国土交通省が管理している直轄排水機場、全 304 施設(国土交通省が管理する排水機場 444 施設から、救急排水ポンプ機場(75 施設)、小規模($1.0\text{m}^3/\text{s}$ 以下)水中モーターポンプ機場(44 施設)、ゲートポンプ機場(21 施設)を除く)のうち、100kW 級マスプロダクツ型排水ポンプ設備の導入検討対象は全体の約 1 割にとどまっているが、200kW 級まで拡大することで、マスプロダクツ型排水ポンプ設備の導入検討対象を全体の約 4 割まで拡大することができる(図-3 円)。



(※1) : 100kW 級マスプロダクツ型排水ポンプ導入検討対象

(※2) : マスプロダクツ型排水ポンプ(高出力タイプ)導入検討対象

図-3 : 高出力タイプ適用範囲

3.2 研究開発の概要

本研究開発は、①量産品エンジンの採用に関する研究、②エンジンパッケージのユニット化の研究、③高出力タイプ実証試験、の大きく 3 つに関して研究を進める。中でも 100kW 級マスプロダクツ型排水ポンプ設備と異なる点として、①の量産品エンジンの多様化があげられる。本研究開発では量産品という点に着目し、車両用に限らず、産業用エンジンや建設機械用エンジンなどの量産品活用も検討している。

3.3 実証場所の選定

実証試験は、京都府宇治市内の直轄排水機場である、針ノ木排水機場にて行うこととした。本機場は計画排水量が $6.0\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場として計画され、昭和 51 年度には $3.0\text{m}^3/\text{s}$ ポンプが設置され、現在まで運用されている。なお、実証場所の選定は過

去 5 年の排水実績、実証に際する設置スペースの有無等を基準に行った。

3.4 今後の予定

現在、令和 5 年度末の据付完了を目指し、エンジンパッケージやポンプ設備全般の設計・製作が進められており、令和 6 年に実排水運転による実証開始を予定している。

4. おわりに

マスプロダクツ型排水ポンプ設備は、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大転換により生み出された。発想の大転換によりポンプ業界と自動車業界の異業種連携の試みで始まったマスプロダクツ型排水ポンプ設備の開発は、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設備の実証実験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