

25. マスプロダクツ型排水ポンプの取組と今後の展望について

国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課

○日出山 慎人

黒田 浩章

1. はじめに

河川ポンプ設備は昭和50年代をピークに高度経済成長期に整備されたものが多く、今後は整備後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て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るため、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。さらに、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また課題となっている。

これらを踏まえ、国土交通省では「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では、これまで特注・受注生産であったポンプ駆動用エンジンを量産品の車両用エンジンに置き換えることにより、エンジンが故障した際にも迅速な復旧が可能となることを目指している。

マスプロダクツ型排水ポンプの普及拡大に向け、令和3年度は国立研究開発法人土木研究所(以下、「土木研究所」という。)で実証試験を行い、令和4年度からは実現場での現場検証に着手した。本稿では、これら実証試験及び現場検証の取組状況と今後の展望について報告する。

2. 土木研究所での実証試験

本章では、令和3年度に土木研究所で実施したマスプロダクツ型排水ポンプ実証試験について報告する。

2.1 試験装置の計画仕様

実証試験に用いたマスプロダクツ型排水ポンプについて、ポンプの計画仕様を表-1、エンジンの計画仕様を表-2に示す。

表-1 ポンプ計画仕様

項目	横軸斜流ポンプ①	横軸斜流ポンプ②
形式	横軸斜流	横軸斜流
吸込方向	横方向	横方向
計画吐出量	1m ³ /s	1m ³ /s
計画全揚程	6m	6m
口径	600mm (吸込口は700mm)	700mm
軸動力	ポンプ計画点 83kW	ポンプ計画点 70kW
回転方向 ^(注1)	右回り	右回り
定格回転数 ^(注2)	448min ⁻¹	445min ⁻¹
質量	約1.6t	約2.3t

注1：回転方向は、取合いカップリング側から見た方向を示す。

注2：ただし減速比の計算においては、回転数を446 (min⁻¹)とする。

2.2 試験パターン

表-1に示すポンプと表-2に示すディーゼルエンジンを減速機により接続し、連続運転を行った。実証試験では、ポンプ2台を常設として場所を固定し、ディーゼルエンジン2台を着脱式として各ポンプへ順次換装することにより、機器の組合せを変更可能とした。本実証試験では、以下に示す計5通りの試験パターンを検証した。

・試験パターンⅠ：

横軸斜流ポンプ①とディーゼルエンジン①

・試験パターンⅡ：

横軸斜流ポンプ②とディーゼルエンジン②

表-2 ディーゼルエンジン計画仕様

項目	ディーゼルエンジン①	ディーゼルエンジン②	ディーゼルエンジン③
使用燃料	軽油	軽油	軽油
最高(定格)出力	130kW	107kW	125kW
最大(定格)トルク	450N・m	380N・m	520N・m
質量	230kg	180kg	350kg
回転方向 ^(注1)	左回り	左回り	左回り
回転数 ^(注2)	2,200~3,400min ⁻¹	2,750~3,500min ⁻¹	1,900~2,500min ⁻¹

注1：回転方向は、取合いカップリング側から見た方向を示す。

注2：ただし減速比の計算においては、回転数を①3,400、②3,400、③1,900 (min⁻¹)とする。



写真-1 実証試験の実施状況

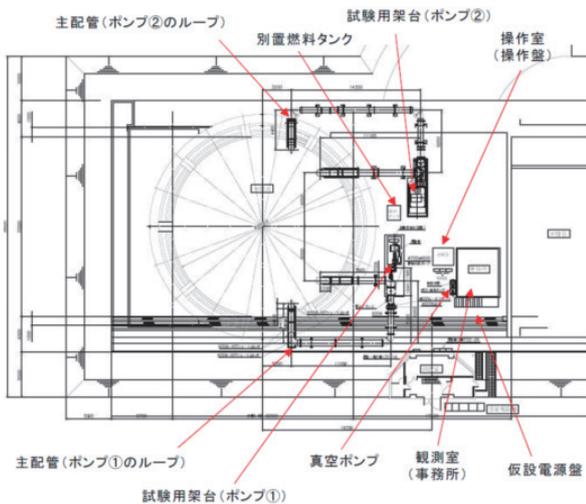


図-1 試験装置の全体図面

- ・試験パターンⅢ：
横軸斜流ポンプ①とディーゼルエンジン②
- ・試験パターンⅣ：
横軸斜流ポンプ②とディーゼルエンジン①
- ・試験パターンⅤ：
横軸斜流ポンプ①とディーゼルエンジン③

2.3 試験方法

実証試験は土木研究所構内の試験水槽を用いて実施した(写真-1)。試験装置を図-1のとおり配置の上、以下のとおり試験を行い、状態観察及び計測を実施した(写真-2及び写真-3)。

(1) 始動試験

以下の手順でポンプを始動し、クラッチ接続時にエンジンストールがなく、エンジン及びポンプが所定の回転速度になるまで異常なく運転できることを確認した。さらに、ポンプ回転速度及び振動を計測した。

① エンジン始動

- ・クラッチ断の状態ではエンジンを始動。
- ・エンジンアイドル回転速度で運転。

② ポンプ始動

- ・エンジンアイドル状態から増速し、クラッ

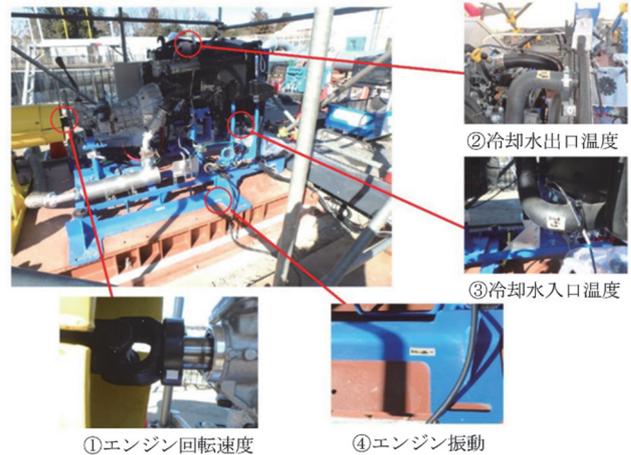


写真-2 計測箇所(ディーゼルエンジン①の場合)

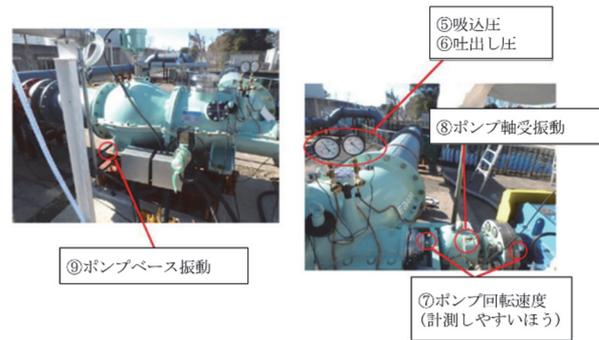


写真-3 計測箇所(横軸斜流ポンプ①の場合)

チを接続。

③ 定格回転速度運転

- ・吐出し弁全閉の状態のまま定格回転速度に増速。

(2) 負荷変動試験

吐出し弁操作によりポンプの運転点を計画揚程運転及び吐出し弁全開運転に変え、エンジンの負荷変動による回転速度の大幅な変化が発生しないこと、定格点(計画点)での運転においてポンプにキャビテーション発生兆候がないこと等を確認した。

(3) 連続運転試験

吐出し弁操作によりポンプの運転点を計画揚程として一定負荷条件のもとで2時間の連続運転を行い、ポンプ及びエンジンに異常音、異常振動が起きないことを確認した。さらに、エンジン冷却水温度を計測し、連続運転時の温度上昇を確認した。なお、試験では車両用エンジンを走行風の無い状態で運転するため、冷却不足により運転可能温度以上となる場合は、別置き送風機によりラジエータに送風した。

2.4 試験結果

(1) 始動試験結果

試験対象のすべてのポンプ、エンジン、動力伝達装置の組合せにおいて問題なく始動可能である

ことが確認された。また、今回の5通りの試験パターンではクラッチ接続時に異常事象の発生は確認されず、2秒でクラッチのかん合が可能であった(図-2)。

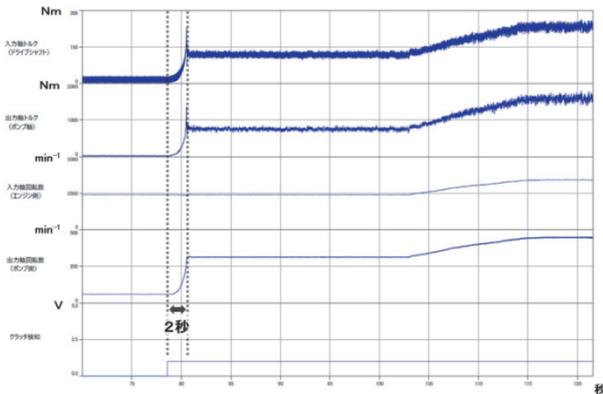


図-2 連続計測記録データ

(2) 負荷変動試験

試験対象のすべてのポンプ、エンジン、動力伝達装置の組合せにおいて、負荷状態を変えてもポンプ性能を発揮できる回転速度に制御できることが確認された。また、キャビテーション等の有害な事象発生の兆候は確認されなかった。

(3) 連続運転試験

2時間にわたる連続運転を行った結果、ポンプ及びエンジンに異常音、異常振動は確認されなかった。騒音レベルは90dB程度となり、既存施設で用いられる陸用ディーゼルエンジンと同等以下であることが確認された。なお、試験装置からの騒音による周囲環境への影響については、当初想定レベル以下であった。また、エンジン冷却水温度の計測結果から異常上昇等の傾向はみられず、連続運転でのヒートバランスが確認された。(図-3)。

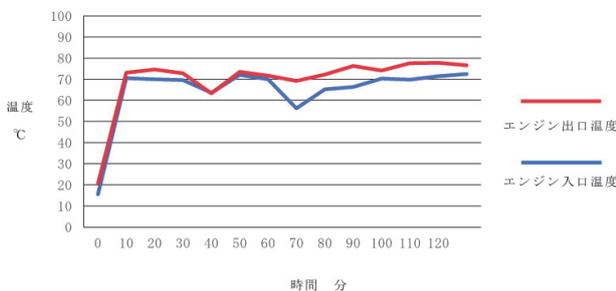


図-3 連続運転試験時のエンジン冷却水温度変化
(試験パターンⅢ)

2.5 課題整理

開発目的に適ったマスプロダクツ型排水ポンプ設備を実現するために、本実証試験から得られた主な課題について述べる。

(1) 共通ベースの一体化

今回の実証試験では共通ベースが一体化されたものと分割されたものが存在し、分割されたものではポンプ、エンジン、減速機の個々の機器が独立したベースであった。そのため、それぞれのベースを据付基準線に合わせ、水平に設置するための据付精度が要求され、据付・調整に時間を要した。

これを踏まえ、今後はポンプ、エンジン及び減速機の共通ベースを一体化したのものとして、設計条件や寸法を統一し標準設計とすることにより、据付の効率化を図ることが必要であるただし、共通ベースの設計・製作に関しては十分な検討が必要である。

(2) エンジンのパッケージ化

今回の実証試験では、主原動機の構成機器であるラジエータ、燃料ポンプ、排気装置等は艀装装置として別途、艀装メーカーにより設計・製作された部分があった。

これを踏まえ、今後はエンジンをパッケージ化することで、故障時の復旧作業の効率化を検討する必要がある

(3) 技術基準の作成

今回の実証試験では技術基準による規定がなく、各社独自の技術等基準で設計・製作されており、技術水準が統一されていなかった。

そこで、今後マスプロダクツ型排水ポンプ設備に係る技術基準を作成することで、当該設備が備えるべき機能等の技術的水準を明確にする必要がある。

3. 実現場での現場実証

本章では、実現場におけるマスプロダクツ型排水ポンプの現場検証の取組状況について報告する。

3.1 現場実証の目的

2. で述べた実証試験では、マスプロダクツ型排水ポンプの実用性が確認された。しかし、今後マスプロダクツ型排水ポンプを実現場へ導入・普及拡大させるためには、実使用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、国土交通省はこれらの検証を目的とし、実現場における現場実証に着手した。

3.2 現場実証箇所の選定

まずは現場実証を実施する箇所を決定するため、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し、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(図-3)¹⁾。

公募の結果、10市町13か所からの応募があり、各自治体から提出された応募様式をもとに現場実証を実施する6市町を選定した(図-4)。

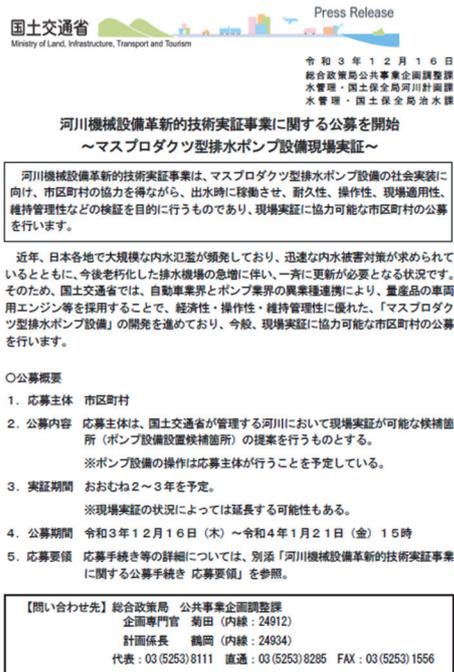


図-3 河川機械設備革新的技術実証事業に関する公募
(令和3年12月)

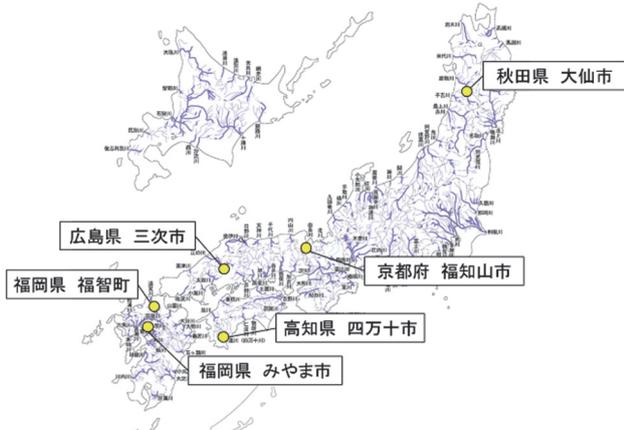


図-4 現場実証箇所を選定された6市町

3.3 現場実証開始に向けて

選定された6市町での現場実証開始に向け、各現場に設置するマस्पロダクツ型排水ポンプの計画仕様を決定し、現在は現場実証開始に向けた準備を進めている。計画仕様は実証試験で用いたものと同様としたほか、2.4で述べた課題等を踏まえ、以下のとおり必要な機器・機能の拡充を図った。

(1) 共通架台の追加

効率的な芯出しの検証に向け、鋼板製の共通架台を利用するものとした。共通架台には、試験機器のうち主ポンプ、主原動機、動力伝達装置を設置する。

(2) エンジンのパッケージ化

エンジンが故障した際に現場で効率的かつ安全に交換するための検証に向け、エンジンのパッケージ化を行うものとした。

また、上記仕様から技術基準を作成するために必要なデータ計測については、突発的な大雨に伴う排水運転に備え、予め取付けた計測装置による自動計測により、データロガー等にデータを記録できるようにした。

4. おわりに

本取組はポンプ業界と自動車業界による全国で初めての異業種連携の試みであったにもかかわらず、令和3年度に実施した実証試験では全ての試験パターンにおいて総合的に判断基準を満たす結果となり、今後の治水対策手法としての可能性が示された。また、社会資本整備審議会河川分科会河川機械設備小委員会の答申(令和4年7月)においても「特注・受注生産品の維持管理や更新時に発生する課題を解決するためには、単に、規格・仕様を統一するだけでなく、各サブシステムについてマस्पロダクツ化された製品を導入し、コストダウン、部品等のサプライチェーンの確保、技術者の確保を図ることを目指すべきである。例えば排水ポンプの場合、小規模ポンプの駆動機関にマस्पロダクツの車両用ディーゼルエンジンを導入することにより、コストダウン・部品供給体制の確保・自動車整備工を活用するメンテナンス・小規模ポンプを複数台設置する小口分散化を図ることができる。これにより、小規模な機能損失の可能性は高まるが、システム全体に影響を及ぼすような機能損失に至る可能性はかなり小さくなり信頼性が向上する。」とされており²⁾、マस्पロダクツ型排水ポンプの活用による総合信頼性の向上等が期待されている。

マस्पロダクツ型排水ポンプの導入に向けて、国土交通省では引き続き検証に取り組む。

参考文献

- 1) 国土交通省, 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स्पロダクツ型排水ポンプ設備現場実証～, 令和3年12月
https://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000306.html
- 2) 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
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001493319.pdf>
- 3) 一般社団法人日本建設機械施工協会, 建設機械施工, Vol.74, No.6, 令和4年6月
- 4) 一般社団法人河川ポンプ施設技術協会, ぽんぷ, No.68, 令和4年9月