

排水ポンプ(排水ポンプ車)の性能把握のための簡易な点検装置開発について

南口 由行

近畿地方整備局 近畿技術事務所 施工調査・技術活用課 (〒573-0166 大阪府枚方市山田池北町11-1)

災害対策用機械の排水ポンプ車に搭載している排水ポンプの定期点検は、現状、動作確認や目視点検が主であり、本来の性能(吐出量)を発揮しているか分からず適切な分解点検や更新の時期が把握しづらいという問題点があった。

その問題点を解消するため、排水ポンプ車の運転操作、定期点検を委託している受注者でも操作可能な排水ポンプの性能を把握するための簡易な点検装置を開発したので、その開発経過と試行結果について報告するものである。

キーワード メンテナンス、維持管理、災害対策用機械

1. はじめに

災害対策用機械の排水ポンプ車は、河川の氾濫等で浸水した箇所であふれた水を排水すること等を目的に2018年4月1日現在で全国に354台配備されています。

現在、全国に配備されている排水ポンプ車のほとんどに搭載されている排水ポンプは、災害現場でクレーン等の重機を使用せずに設置できるようにコンパクト化・軽量化するために高精度かつ軽合金による構造で設計・製作されています。そのため、ゴミや土砂等を含んだ水を排

水した場合、排水ポンプの羽根車やケーシング等が摩耗・変形してしまい本来の性能(吐出量)が発揮できなくなるおそれがありますが、排水ポンプの性能を点検・確認するには、ポンプの総運転時間を基に製作メーカー等の専門的な知識を有している技術者が実施する分解点検が必要でした。

現状実施している定期点検は、排水ポンプの動作確認・目視点検が主で、本来の性能(吐出量)を発揮しているか分からず適切な分解点検や更新の時期が把握しづらいという問題点がありました。

その問題点を解消するため、排水ポンプ車の運転操作、定期点検を委託している受注者でも操作可能な排水ポンプの性能把握のための簡易な点検装置を開発しました。

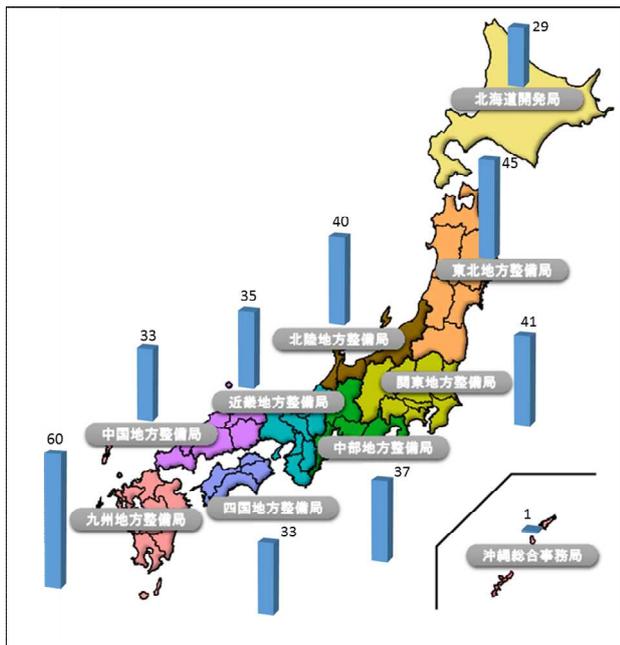


図-1 排水ポンプ車の配備状況



図-2 排水ポンプ車に搭載している排水ポンプ

2. 点検装置

(1) 点検装置の設計

点検装置の設計にあたっては、技術事務所だけでなく

排水ポンプ車が配備されている各事務所等でも活用できる様な点検装置となるよう下記の点に留意し設計を行いました。

a) 点検場所

点検装置による点検を実施するためには、排水ポンプでの実排水が必要となりますが、事務所により河川または水槽等を利用しての循環排水作業が想定されるため、どちらでも対応可能な構造としました。

b) 小型、軽量化

点検装置の設置場所を固定し常設することは、どの事務所でも困難なのは明白であるため、使用時のみ設置することを想定し、人力のみで設置可能とするため出来る限り小型、軽量化を目指しました。

c) 計測精度

計測精度については、高い方が良いのは当然のことですが、計測精度を求めすぎてしまうと、どうしても装置が大きくなってしまうため、装置の位置づけを一次スクリーニングのための装置とし、小型・軽量化に重点を置くこととしました。

d) 操作性

専門的な知識を有していなくても、操作や定期点検を実施している方が扱えるような簡易な構造、計測項目としました。

(2) 点検装置の概要

点検装置の概要については、下記に示すとおりです。

- ・全長：約 1.5 m
- ・総重量：約 80 kg
- ・計測項目：吐出流量、吐出圧力



図-3 点検装置

3. 点検装置の精度確認

(1) 工場試験設備での精度確認

製作した点検装置の測定精度を確認するため、排水ポンプを新規製作した際に実施される工場試験方法 (JIS B 8301 (2000)、8302 (2002)) に則り測定した結果と工場試

験設備 (工場常設の大型水槽や吐き出し側の直鋼管等) と点検装置を用いた測定結果の比較を実施しました。



図-4 工場試験設備による測定状況

(2) 近畿技術事務所構内での精度確認

点検装置自体の精度確認は、工場試験で確認することは出来ましたが、実際の点検実施方法となる近畿技術事務所内で所有している水槽を活用しての点検方法でも、その測定結果の精度を確認する必要があるため、工場試験での測定結果と近畿技術事務所構内での測定結果についても比較を実施しました。



図-5 近畿技術事務所での測定状況

(3) 精度確認の結果

今回の精度確認では、排水ポンプの仕様点 (100% 運転時 吐出量：5 m³/min、全揚程：10 m) 付近での流量、圧力を測定し、その測定値より揚程を算出しその値をJISに準じた工場試験結果と比較することで、その精度確認を行いました。また、実際の点検時には大型の水槽の手配が困難で100%運転が困難な小型水槽での運用が想定されるため、ポンプの回転数を「100%、80%、60%」とした場合の確認も実施しました。

ポンプ性能を確認する上で、100%運転による測定結果をもとに、その性能を確認することが理想となりますが、今回の精度確認 (100%運転時) では最大で約

23%の誤差が確認され、測定装置の誤差として適さない結果となりました。これは排水ポンプ車で使用する排水ホースが可搬性を考慮したポリエステル繊維製のホースとなっているため、100%運転時の大水量運転においては、ホース自体が脈動してしまい流量が不安定になったことが原因と推察されます。

しかしながら、60%運転であれば工場試験、近畿技術事務所構内試験とも約4%の誤差に収まり今回開発した点検装置による性能確認に問題が無いことが確認されました。

表-1 精度確認試験の結果

ポンプ回転数 (%)	工場試験測定誤差 (%)	技術事務所構内試験測定誤差 (%)
100	9.1 ~ 24.1	8.6
80	3.4 ~ 12.7	5.9
60	0 ~ 3.4	3.6

4. 点検装置を活用した点検

(1) 分解点検を実施する基準値

本点検装置の点検結果を活用して、適切な時期に分解点検を実施できるようにするためには、その基準値が必要となります。その基準値設定の目安とするため、全国の分解点検の実績を調査しましたが、その実績全てが絶縁抵抗の低下やポンプの羽根車の回転不良といった明らかな異常発生によるもので、性能の低下を懸念しての分

解点検の実績は確認できませんでした。

そのため、実際どの程度排水量が低下すれば視覚的に確認出来るかの試験を実施してみました。その結果、ポンプの回転数を30~40%低減したところで明らかな排水量の低下が確認できました。また、製作メーカーへ聞き取り調査を実施したところ、排水量が半減するなど大きく性能低下する場合は、ケーシングが損傷するなど排水ポンプの内部で不具合が発生している可能性が高いということであったため、当面の間30%以上の性能低下が確認された場合に分解点検を実施することとし、点検整備フロー図を作成しました。



図-7 排水量低下確認の試験状況

(2) 点検装置を活用した点検マニュアル

排水ポンプ車の点検は、大きく分けると専門知識を有している製造メーカー等が実施する分解点検と災害時の出勤を委託契約している業者（以下、「災対業者」と言う。）が行う定期点検の2つがあります。本点検装置を

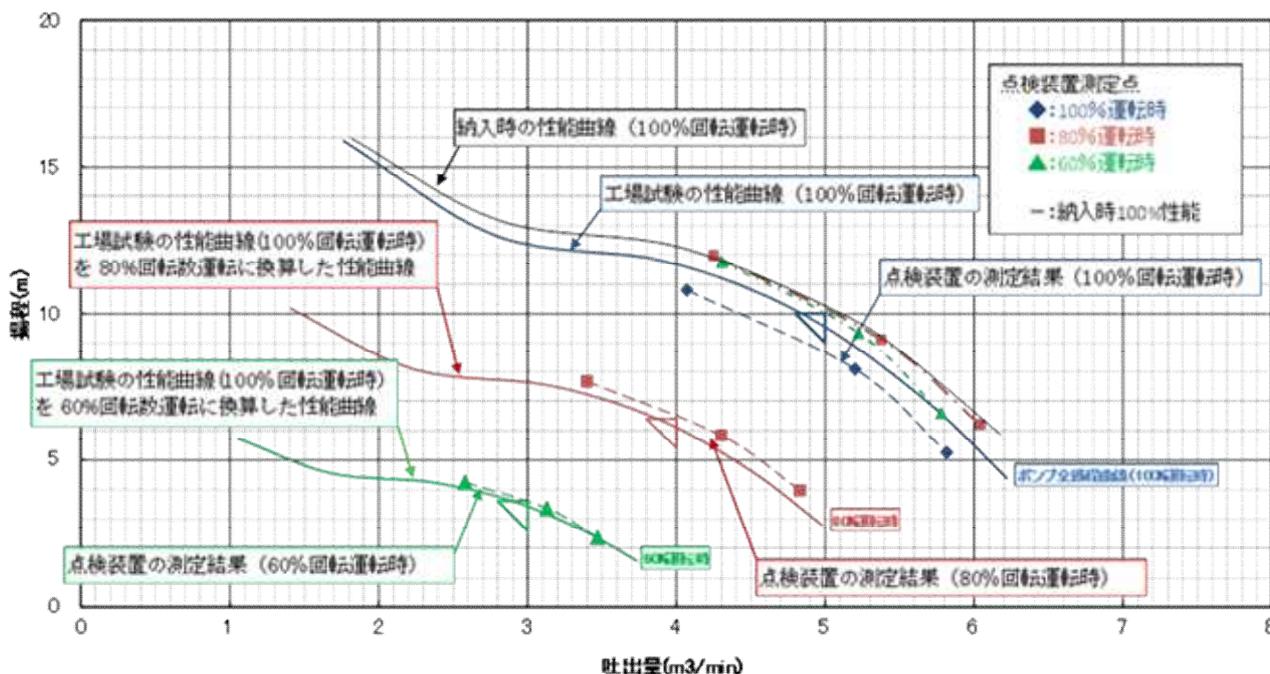


図-6 工場試験での測定結果比較図

活用するのは定期点検時ですが、災対業者のほとんどは機械にあまり精通していない土木業者等となっています。そのため土木業者等の方でも精度の高い測定が可能となるよう機器の設置および測定時の方法や留意点を写真や図を活用してとりまとめた点検マニュアルを作成しました。

また、ポンプの性能を評価しようとする場合、本来はそのポンプの性能曲線を作成し評価する必要がありますが、今回の点検装置では一次スクリーニングを行うことを目的としていますので、点検者が目で確認出来る測定

値(ポンプの回転数、測定流量、圧力、測定高差)のみをメモ、記入すれば点検結果(性能低下率)が算出される点検表を市販の表計算ソフトで作成し、より点検者の負担が軽減できるようにしました。

5. ワーキンググループの開催

本点検装置を全国でも活用してもらえるよう本省を含め近隣の地方整備局に実際に点検装置を見てもらい意見交換等を行うため、ワーキンググループを開催しました。

その結果、目視できない部分が点検で把握出来るのは意義があるという意見や今後のデータ収集方法等について意見を交換しました。

6. 今後の検討事項

4章で記載しましたとおり、排水ポンプの性能低下を理由に分解点検、整備が行われた事例はなく、機器の総運転時間や劣化具合等と性能(吐出量)にどのような相関があるかは現状まったく分からない状況となっています。適切なタイミングでの整備、更新を行うためには、この相関を把握する事は不可欠です。そのため今後は、図-9のフローに則って分解点検を実施した排水ポンプの総運転時間や劣化具合等とその時の性能(吐出量)をとりまとめたデータを蓄積し、分解点検を判断する基準値の更新が重要と考えます。



図-8 点検マニュアルの一例

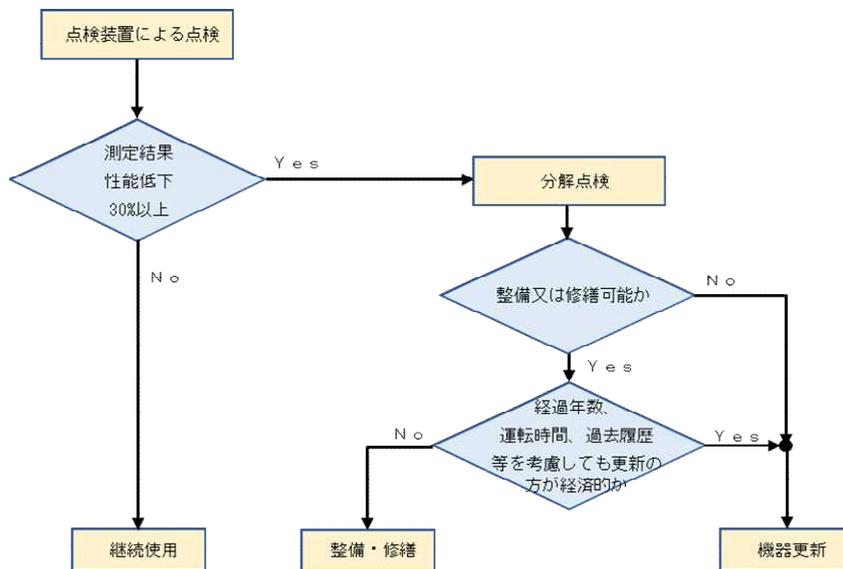


図-9 点検整備フロー図

表-2 点検表

<ポンプ: 60%回転運転>

ポンプ	点検装置測定				速度ヘッド [°]	ポンプ性能測定値		ポンプ性能換算値 ※100%回転に換算		換算からの揚程計算値	性能比較
	A	B	C	D		F	G	H	I		
回転数 (%)	目標流量 (m ³ /h)	測定流量 (m ³ /h)	圧力 (MPa)	測点高差 (m)	E (m)	吐出量 (m ³ /min)	全揚程 (m)	吐出量 (m ³ /min)	全揚程 (m)	全揚程 (m)	性能低下率 (%)
60	180m ³ /h	168	0.023	1.3	0.113	2.80	3.76	4.67	10.44	9.54	4.57
60		186	0.018	1.3	0.138	3.10	3.27	5.17	9.09		

※ A、B、C、D を記入すれば、その他は自動計算されます。