

低コストの改良技術で オールラウンドな排水ポンプ車へ

懸谷 実

四国地方整備局 四国技術事務所 施工調査課 (〒761-0121 香川県高松市牟礼町牟礼 1545)

排水ポンプ車は、大雨等により発生する浸水被害の拡大防止及び早期復旧を行うことを目的とした災害対策用機械であり、排水作業に必要な機材を車両に全て搭載していることからその機動性を生かし、浸水箇所に出動し排水を行う「移動式ポンプ場」としての役割を担っている。

今回は、既存排水ポンプ車の機能性・操作性向上を目的として「低水深での排水運転」及び「排水ポンプの安全な投入方法」について検討し、実用化に向けた実機の製作及び実施検証を行い、有効性について確認した。

キーワード 災害対策，内水排除，排水ポンプ，低水深化，路面冠水

1. はじめに

四国地方では過去から度重なる水害を受けており、平成10年9月に発生した高知豪雨では高知県高知市で日降水量が600mmを超え市内全域が浸水するという甚大な被害が発生した。

これを機に四国地方整備局(以下、「四国地整」という.)では排水ポンプ車の配備を進め、平成20年度末で計27台を保有し、延べ176日・台の出動実績がある。(図-1)

排水ポンプ車とは、トラックベースの車体に「排水ポンプ」「発電機」「ホース」「燃料」等、排水に必要な機材が全て搭載し、水害の発生現場に機動的に出動することにより、浸水被害の防止及び早期復旧を行う車両である。

本文では、過去の災害活動により浮き彫りとなった課題についての検討結果を紹介するものである。

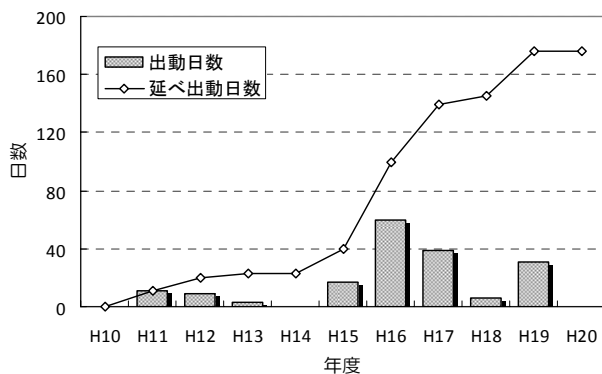


図-1 排水ポンプ車の出動実績

2. 浸水災害の多様化

排水ポンプ車の導入が始まった時点では河川の内水排除が主目的であったが、近年では局地的な豪雨による路面冠水・地下構造物等の浸水排除、地震による河道閉塞箇所の排水等、対象災害が多様化している。

3. 災害活動により判明した課題

(1) 低水深箇所での排水(路面冠水排除)

平成16年8月に発生した台風16号による高潮被害では香川県下で約22,000戸にも及ぶ浸水被害が発生した。

この浸水被害では、浸水深さが1m程度と浅く、出動した排水ポンプ車の最低排水水深(約1.2m)より浅かったため、排水ポンプの能力を充分発揮することができなかった。(写真-1)



写真-1 高潮被害における排水ポンプの設置

(2) 危険が伴う排水ポンプの投入

四国地整では、様々な浸水被害に対応できるように30m³/min、60m³/min、150m³/minの排水能力を持つ排水ポンプ車を保有している。

この内、最も保有台数の多い「30m³/min 軽量水中ポンプ式」はポンプ質量が20～35kgと軽量であるため、人力による排水ポンプの投入が可能であり、クレーンが使用できない強風時においても設営作業が可能である。

その反面、排水ポンプの投入の際に作業員が水際まで近づく必要があり、増水した河川への転落等、危険が伴う作業であることから、何らかの安全対策を講ずる必要があった。(写真-2)



写真-2 排水ポンプの投入(訓練時)

4. 排水ポンプの低水深運転の検討

(1) 改良目標

既存排水ポンプの排水可能水深(120cm)の半分(60cm)以下での排水運転を目標として設定した。

(2) 目標達成に向けた検討

a) 吸込渦(空気混入)防止対策

排水ポンプは、水深が低下すると水面上から渦が発生し、空気を吸い込むことにより定格の排水量が確保できなくなる。

また、空気を吸い込むことによりポンプ内でキャビテーションを起こし、最悪の場合インペラ(羽根車)部分を損傷することとなる。

よって、低水深時においても空気の吸い込みが起これないように吸込口全体をカバーし、カバー下の開口部からのみ吸水できるよう対策を講じた。(図-2、写真-3、4)

b) モーターの冷却対策

モーターの冷却はモーター本体を直接流水にさらすことにより行っているが水深の低下により気中に露出した場合、水流による冷却効果が望めず、温度上昇によりモーターの損傷を招く恐れがあるため、モーターが常に水流にさらされるように対策を講じた。

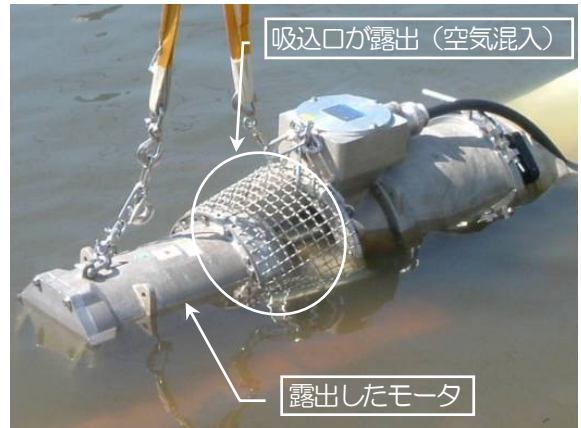


写真-3 排水ポンプ(改良前)

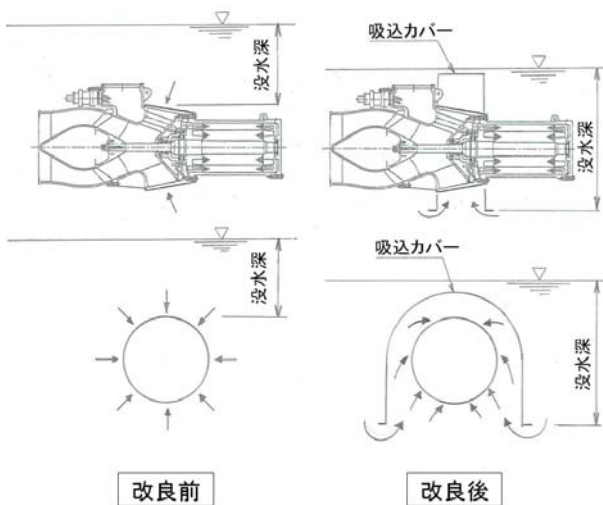


図-2 吸込渦防止対策図



写真-4 排水ポンプ(改良後)

(3) 実施検証

ポンプ本体が全水没する水位（水深 60cm）より順次水位を下げてゆき、各水位において「吸込渦発生の有無」, 「モータ温度変化」を観察し、連続排水可能水位を確認した。（写真-5）

結果は以下のとおりである。

a) 吸込渦の発生

水深 60～30cm までの間でポンプに有害となる吸込渦の発生は見受けられなかった。

b) モータの温度上昇

モータの温度上昇は水深により温度変化が異なる結果となった。（図-3）

水深 60～40cm までの温度上昇は 1～2℃であったが、水深 30cm になると短時間で 5℃の温度上昇が見られた。

水深 30cm では水流によるモータの冷却が充分得られていないと考えられる。

(4) 検証結果

前述の対策を講ずることにより水深 40cm での排水運転が可能であることが実証できた。

ただし、今回の実施検証では水深 60cm から随時水位を下げていった結果であり、運転開始可能水深の試験では水深 45cm でのポンプ起動は可能であったが、35cm での起動は不可であった。

よって、ポンプ起動時には最低でも水深 45cm の水位が必要である。



写真-5 水深 40cm での運転状況

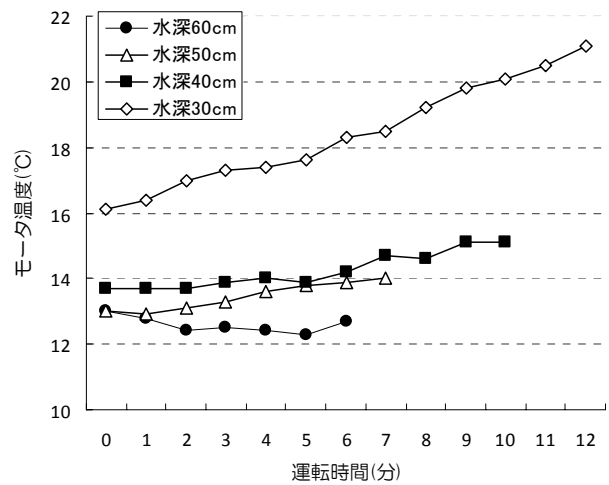


図-3 モータの温度変化

5. 軽量型排水ポンプの安全な投入方法の検討

(1) 軽量型排水ポンプの概要

軽量型排水ポンプは、人力による運搬・投入を目的に開発されたものであり、従来の排水ポンプ（同排水量）の質量 130kg/台に比べて 1/4 以下にまで軽量化されており、排水ポンプの設置が全て人力で行えるようになった。

四国地整では 3 種類の軽量水中ポンプを装備した排水ポンプ車が配備されている。（表-1, 写真-6）

(2) 改良目標

投入に要する時間が従前と同程度（5 分/台）で行えること。

(3) 目標達成に向けた検討

最も軽いタイプの排水ポンプであっても、ポンプとフロートを合わせると約 27kg になる。

このポンプを水際まで近づくことなく投入するには何らかの走行装置で運搬・投入することが必要となる。

表-1 軽量型排水ポンプ一覧（タイプ別）

排水量	5m ³ /min	5.5m ³ /min	7.5m ³ /min
品名			
ポンプ	19.7 kg	21.0 kg	35.0 kg
フロート	7.2 kg	7.8 kg	9.0 kg
投入時質量	26.9 kg	28.8 kg	44.0 kg



写真-6 軽量型排水ポンプ（5m³/min タイプ）

走行装置は「電動式」「エンジン式」「手動式(台車)」等、様々な装置が存在するが以下の理由により「手動式(台車)」を採用した。

- 排水ポンプ車の設置箇所からポンプ投入箇所へ無動力での走行(法面の降下)が期待できる。(写真-7)
- 積載物(排水ポンプ)が軽量である。
- 維持管理費がかからない。

台車による排水ポンプの投入方法は図-4 のとおりである。

(4) 実施検証

台車を用いて排水ポンプの投入試験を実施した。投入は堤防上(高水敷)に排水ポンプ車を設置し、排水ポンプを台車に搭載後、法面を降下させ、着水、離脱、回収の順に確認を行った。(写真-8,9)

今回検証を行った箇所の水深が約 1.2m と浅かったため、着水後、台車と排水ポンプの離脱がうまくいかなかった。

これは、ポンプとフロートをつなぐチェーンが弛み、台車に引っかかったためであり、チェーンを短くすることにより以後の離脱はスムーズに行えた。



写真-7 排水ポンプ車設置状況

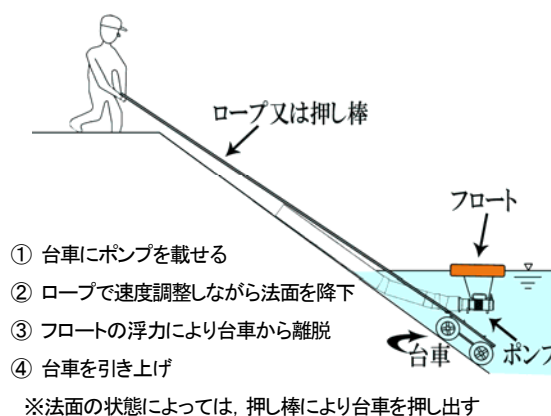


図-4 投入方法



写真-8 法面の降下状態



写真-9 着水・離脱の状態

(5) 検証結果

今回製作した台車により、作業員が水際まで近づくことなく排水ポンプの投入が行えることが確認できた。また、改良目標であった5分/台程度での投入についても、今回の検証では5.1分/台とほぼ目標を達成できたものとする。

なお、今回の検証では法面がコンクリート張りであったため、ロープによる投入が容易に行えたが、植生が密集した法面など障害が多くロープによる投入が困難な場合(法面を台車が降下しない場合)には押し棒による投入を行うものとする。

6. おわりに

今回の改良検討は、既存車両の用途拡大、操作性向上を目的にしたものであり、わずかな改造を施すことにより、その機械が持っている能力をさらに向上させることが可能であることが実証できた。

近年の厳しい財政状況は災害対策においても例外ではなく、既存車両の有効活用は引き続き取り組まなければならない課題である。

今後も災害出動を通じて情報を入手し「かゆいところに手が届く」改良を実施していきたい。