9. 災害教訓を基にした排水ポンプ車の改良について

国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所 機械課長 本間 政幸前)機械課 整備係長 笠原 邦昭 整備係主任 〇高井 謙一

1. はじめに

北陸地方は、平成16年度に度重なる風水害や地震 災害に見舞われ、大きな被害を受けた。これらの災害 発生時には、北陸地方整備局が保有する災害対策機械 や他の地方整備局からの応援機械も活躍し、国が管理 する河川・国道のみならず自治体への応援を行い災害 対応に従事した。

この結果、災害現場において災害対策機械の設営・ 運用等に係る様々な教訓を残した。

北陸地方整備局では、平成16年度に発生した「新潟福島豪雨」、「新潟県中越地震による芋川河道閉塞復旧作業(写真1)」で、長期間に及んだ緊急排水作業と、想定出動範囲を超えた対応を行った排水ポンプ車について、現場での教訓を基にポンプの小型軽量化を行うとともに、大排水量・高揚程・長距離の選択を可能とし、運搬・設営方法の改善について改良を行ったので、これらについて報告するものである。



写真1 芋川河道閉塞復旧

2. 緊急排水作業における問題点

2. 1ポンプ揚程の不足

写真1に示す芋川河道閉塞復旧作業では、排水ポンプに設計値以上の全揚程と排水距離を求められた。ま

た新潟福島豪雨では、市街地での排水作業のため長距 離排水(送水)が必要となった。

このように排水ポンプには、より高い所へ、より遠い所への排水が求められており、排水ポンプの全揚程を向上させる必要があった。

2. 2ポンプの重量

従来型の排水ポンプ車 (60m³/分) に搭載された排水 ポンプは、1基当り 30m³/分の排水能力を持つが、ポ ンプ単体重量が 550kg と重く、設営・移設・撤去を行 うためには、通常 25t 以上のクレーンが必要である。

しかし芋川河道閉塞復旧作業では作業現場にクレーンが入れず、限られた重機での設営作業は困難を極めた(写真2)。



写真2 限られた重機での排水ポンプ設営状況

また新潟福島豪雨でも、狭隘な堤防天端や市街地にはクレーンが入れない、強風時は設営が行えない等の問題が報告された。

この様にクレーンの使用が困難な条件を想定し、全 て人力での設営を可能とするため、排水ポンプを大幅 に軽量化する事が求められた。

2. 3輸送における問題

現場までの往路が寸断され、輸送手段が自衛隊の大

型輸送へりによる空輸のみとなった芋川河道閉塞作業では、緊急調達可能な大排水量ポンプとして、国土交通省が保有する排水ポンプ車を分解して空輸し使用する事となった。

しかし排水ポンプ車の各操作制御盤等は、分解・組立時の離線・結線工程に時間を要し、現場搬入までに時間を要してしまった。

迅速な空輸対応のため、離線・結線工程における作業の簡素化が求められた。

2. 4照明の問題

長期間で広域的な排水を求められた新潟福島豪雨では、夜間も排水作業が続けられ、設営、撤収、排水場所の変更も指示された。この時、夜間の機械管理作業には照明車が必要であり、排水ポンプ車は常に照明車を同行した(写真3)。

しかし照明車の台数には限りがあり、必要な照明車を十分確保できない等の問題が発生し、機械の管理に 支障をきたす事もあった。

このため夜間排水作業を想定し、単独作業時の運転管理を行う事の出来る照明灯が求められた。



写真3 照明車と排水ポンプ車

3. 排水ポンプの改良

3. 1高揚程化

排水ポンプは小型軽量ポンプを使用して、より高い 所へ、より遠い所へと排水するため、ポンプとポンプ を直列接続可能な構造とした(写真4)。

排水ポンプの接続方法は、水中に投入されたポンプ から排水ホースを経由して、陸上に設置した2台目の ポンプを直列で接続し、さらに排水ホースを接続する もので、ポンプ全揚程を2倍にする方法である(図1)。 採用した排水ポンプは単体の場合、全揚程10mであり、直列接続を行う事によって全揚程を最大20mとしている。



写真4 直列接続状況

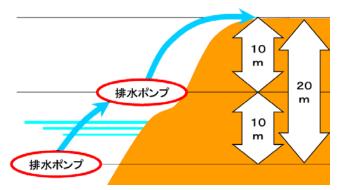


図1 排水ポンプ直列接続の概念

3. 2軽量化

人力設営を可能とするため軽量化した新しい排水ポンプは、小型軽量化のため軽量高出力モーターを採用し、1台当り重量を30kg、11台で60m³/分の排水量に対応している(表1、写真5)。

表1 排水ポンプの性能比較

	数量(基)	重量(kg)	吐出量 (m ³ /分)	全揚程 (m)	出力(kW)	設営に必 要な機械
改良前	2	550	30	8	71	クレーン 25t以上
改良後	11	30	5.5(5.0)	8(10)	12	不要

※() 内は揚程10m時の排水能力



写真5 新旧排水ポンプ (左:改良前、右:改良後)

3. 3高揚程排水試験の結果

今回直列接続を可能とした排水ポンプ車の性能を検 証するため、高揚程排水試験を実施した。

試験にあたっては、実際の災害現場に近い条件とするため、災害時に使用する排水ホースを接続した状態で、最大で25mの実揚程を確保して実施している。

比較に使用した工場流量は、「JIS B 8301 遠心ポンプ, 斜流ポンプ及び軸流ポンプー試験方法」、「JIS B 8302 ポンプ吐出し量測定方法」に基づき計測された値である。

本試験で得られた流量は、工場で計測された流量に対して、概ね70~80%の値となっており、ホースの損失を確認する事ができた事から、今後は排水作業時間を想定する時の目安として利用可能である(表2)。

表 2 高揚程排水試験結果

実 揚 程m	15.0	20.0	25.0
現場流量 m ³ /分	3.9	3.5	2.3
(ホース延長) m	(115.0)	(170.0)	(220.0)
工場流量 m ³ /分	5.3	4.2	2.9
効 率 %	73.5%	83.3%	79.3%

※ホース敷設勾配:9~10%

4. 輸送性に関する改善

今回の改良では、空輸時における分解を前提とした 構造へと改める事により、分解組立の作業時間を短縮 している。

これらの改良内容は、各機器・操作制御盤内の配線 をコネクター接続化(写真 6)し、各操作制御盤と車 体の固定方法は、溶接を使わずボルト止めとする等、 分解・組立が容易な構造としている。



写真6 コネクター接続

また各操作制御盤の分解後寸法は、自衛隊の大型輸送 ヘリ (CH47.J型) 内部に搭載可能な寸法とした。

5. 作業用照明装置の設置

従来から排水ポンプ車に装備されていた補助照明装置は、浸水箇所(排水箇所)へ投入済みの排水ポンプを監視する等のスポット的照明であり、ポンプ運転管理等の作業には使えなかった。

今回の改良では写真7に示す作業用照明装置を設置したものである。



写真7 照明装置の設置

6. 改良の効果

6. 1排水ポンプの軽量化

ポンプ単体重量を抑え軽量化した事により、人力設営が可能となり、ポンプ設営作業時にクレーン等の重機を必要としなくなった。人力による排水ポンプ設営状況を写真8に示す。



写真8 排水ポンプの人力設営

改良後は、狭隘な市街地での排水作業や、周囲が冠水し重機の進入が困難な堤防天端での設営作業、さらにクレーンの使用が困難な強風下でも対応でき、排水ポンプ車の出動、配置、配置換え等への対応に柔軟性を持たせる事ができた。

6. 2排水ポンプの直列接続による高揚程化

直列接続による排水ポンプの組み合わせにより大容量排水と高揚程排水・長距離排水の選択を可能とした。

この事は河道閉塞の様なケースのみ成らず、近くに 排水できる場所がない市街地での長距離排水作業等で も、排水作業場所の選定が容易に行える等、災害現場 への適応性が向上したものである。

6. 3分解対応の効果

各操作制御盤や排水ポンプ等の配線接続方法をコネクター化する事により、分解・組立及び離線・結線に要する時間を大幅に短縮している。

この事は芋川河道閉塞復旧作業の様に、搬入手段が ヘリによる空輸のみとなった現場への輸送性が向上し たものである。

また自衛隊の大型輸送へリ搭載時は、機器が機体内 へ搭載可能な事から、吊り下げ輸送時に必要な吊り荷 試験が不要となり、現場への搬入時間をより一層短縮 する事が期待されている(表3)。

表3 空輸対応の比較

	分解	組立て	分解に必 要な機械	ヘリ搭載 時の形態
改良前	2日	1日	2tクレーン	吊り下げ
改良後	0.5日	0.5日	2tクレーン	機体内

※搭載へリ:自衛隊 CH47.J型

6. 4照明装置設置の効果

今回設置した照明装置は照射範囲が広く、車両付近 全周囲での作業が可能となる事から、夜間の設営・撤 収・機械管理等に効果を発揮するものである。

従来、夜間排水作業の各工程において、排水ポンプ 車に同行する必要のあった照明車については、排水ポンプの投入・引上げ等、足場の悪い現場に作業員が立 ち入る場合にのみ必要となる。

この事により照明車は、夜間排水作業時間の大半を 占める機械監視のための拘束時間を他現場の監視に活 用出来る事となり、より効率的な運用が可能となるも のと期待される。

7. あとがき

今回の改良では、災害現場における実際の排水作業 実態を踏まえた、各種の問題点・課題を教訓として対 策を行ったもので、今後想定される災害に幅広く対応 できるようになった。

改良された排水ポンプ車は、排水ポンプの小型軽量・高揚程化等によって、設営のためのクレーンが不要となり、河道閉塞の高揚程排水や、狭隘で排水場所の確保が困難な市街地において長距離排水作業が可能となる等、災害想定を広くカバー出来るとともに、全ての設営を人力で行える事から、迅速な災害対応が可能となり今後の活躍が期待される。