

排水ポンプ車状態監視システム（DS システム）の開発と改良

太田 正志・佐藤 充弘

排水ポンプ車を利用した排水作業は、昼夜 24 時間態勢で行われることが多く、災害発生直後では現場の二次災害も懸念されるため、運転状態や異常の発生などを安全な場所から確認するための状態監視システム（DS システム）が開発されている。

キーワード：排水ポンプ車、遠隔監視、作業員の安全確保、負担軽減

1. はじめに

近年多発する台風や豪雨などの災害現場では、国土交通省の排水ポンプ車が昼夜連続作業にて活用されており、車両の運転操作や排水状況の確認は、現場の作業員が交代しながら監視する態勢で行われている（写真—1）。

また、大規模災害や集中豪雨が継続する状況下では、数日間の排水作業が行われる中で、現場の二次災害も懸念されることから、排水ポンプ等の配置後は給油作業など最低限の対応を除き、遠方からの状態監視対応が期待されている。

本稿は、国土交通省中部地方整備局中部技術事務所の委託により実施した、排水ポンプ車の状態監視システム（DS システム）の開発及び改良検討業務について報告するものである。



写真—1 夜間の排水作業状況（国土交通省資料より）

2. DS システムとは

(1) 概要

排水ポンプ車の位置、作業状態、各ポンプの運転状況、故障等の有無を遠方から監視し、運転履歴などのデータ出力を可能とするため、機械設備などの遠隔監視技術と移動体の位置情報表示機能を組み合わせた専用システムで、排水ポンプ車を製造販売する(株)クボタのマンホールポンプシステムにおける既存技術を基に開発された。排水ポンプ車（Drainage pump truck）と状態監視（State monitoring）の頭文字から DS システムと名付けられている。

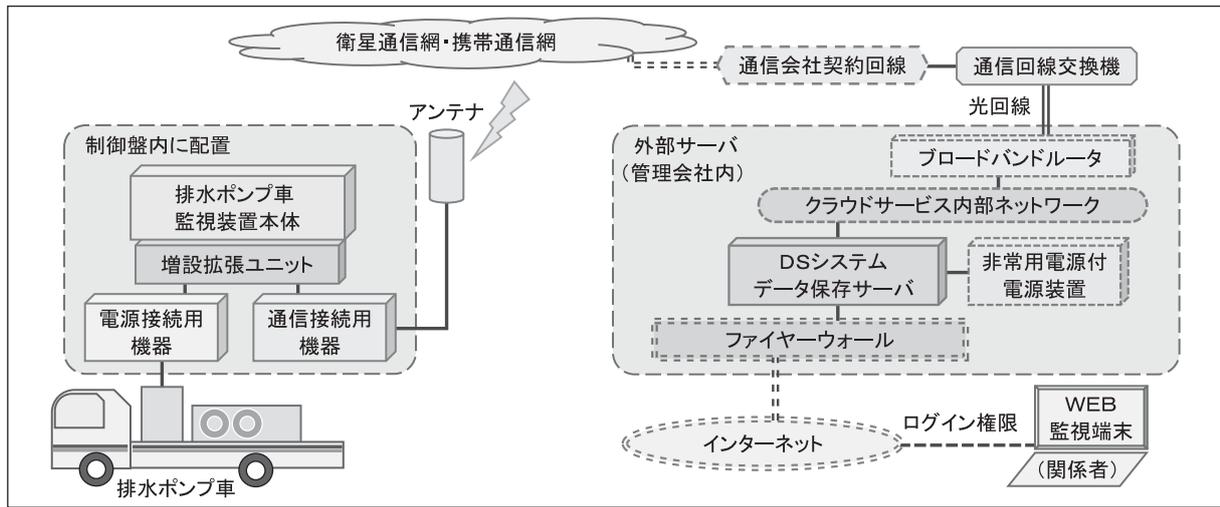
平成 26 年度の開発検討から試作及び試験運用導入として、中部技術事務所に保管されている排水ポンプ車に順次搭載し、通信機能や動作の確認、監視機能等の改良を行ってきた。

DS システムの主な機器類構成は図—1 に示すとおりで、排水ポンプ車の制御盤内に配置される監視装置本体が各種信号を取得し、インターネットを経由したクラウドサービス（外部サーバ）から排水ポンプ車の作業状態の監視が可能となっている。

排水ポンプ車に搭載されるアンテナの通信方式は、災害発生時の現場状況に影響されない運用方法としては衛星通信網が優先されるが、衛星通信網よりも低コストな携帯電話の通信網についても利用可能としている。

(2) DS システムの機能

DS システムは排水ポンプ車の位置及び運転状態などを遠隔地より把握する他、運転履歴データの保存や出力、故障発生前の異常検知機能及び緊急時の遠隔非常停止機能などが含まれている（表—1）。



図一 DSシステムの搭載機器（左側）とネットワーク構成（右側）

GNSSを利用した位置情報は、DSシステム側にて取得したものを、車両位置情報共有化システムへ定期送信を行うことで、位置情報の取得方法が重複しないように連携した。

故障が発生する前の異常検知は、排水ホースの折れ曲がりや排水ポンプのストレーナ周辺の閉塞状況を確認し、電流値の変動から異常診断を行っている。

(3) DSシステムのモニタ表示

排水ポンプ車の運転状態を遠隔監視するためには、パソコンなどからインターネット経由でサーバにログインし、一覧からモニタ表示させる車両を選択する。

表一 DSシステムの主な機能

①車両位置情報	GNSSを利用した位置情報を地図上に表示する（10分間隔で更新）。
②排水作業状況	発電機と各排水ポンプの運転状態を個別に表示する。
③故障等異常の表示	制御盤の警告ランプにある故障等異常発生を監視モニタ上に表示する。
④燃料残量警告	発電機の燃料タンク残量により、車両の燃料タンクから供給を開始し、燃料減少を警告表示する。
⑤運転履歴データの保存	排水ポンプ車の運転日時、作業開始からの稼働状況や排水量の算出記録を日報・月報形式で保存する。
⑥故障前の異常を診断検知	運転開始からポンプの電流値を監視し、故障前に異常を診断検知する。
⑦遠隔非常停止	異常検知や現場状況の変化により、運転継続が困難となる問題発生時など、遠隔監視者が排水ポンプと発電機を非常停止する。
⑧他システムとのデータ連携	北陸地方整備局が開発した車両位置情報共有化システムと排水ポンプ車の位置情報を連携する。

図一2の左側は地方整備局の選択、右側は配備事務所と建設機械番号、運転状態などが表示される。

図一3及び図一4は、左側を地図表示として広域から詳細まで縮尺調整可能で、排水ポンプ車の位置と運転状態がアイコンで表示される。右側は図一2と同様に一覧が表示される。

遠隔監視対象の車両を選択すると、排水ポンプ車の外観イメージとともに発電機と各排水ポンプの運転状



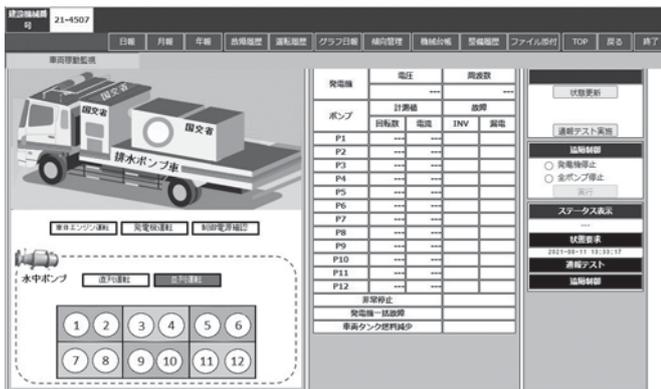
図一2 DSシステムの搭載一覧から表示車両を選択（地方整備局と事務所、建設機械番号、運転状態の表示）



図一3 広域地図と選択した排水ポンプ車を表示（地図内の排水ポンプ車を色分けアイコンで表示）



図一4 詳細地図と対象車両のアイコン表示
(位置情報と運転状態は定期的に自動更新)



図一5 選択した車両の詳細表示の例
(排水ポンプは最大12台まで、状態表示と遠隔操作など)

況、故障や異常の有無が表示され、遠隔非常停止機能も操作可能となる(図一5)。

排水ポンプの表示台数は最大12台までの各車両に合わせて表示され、モニタ上で遠隔監視する他、稼働履歴データ(日報や月報)のグラフ表示や、予め登録したメールアドレスに異常を通報する機能もある。

なお、モニタ表示の情報更新は、車両の位置情報が10分間隔で行われており、排水ポンプなどの運転状態は変化が発生したタイミングで切り替わるが、状態更新ボタンを押すとその都度運転状態が更新される。

3. DSシステムの改良

(1) DSシステム簡易版の開発

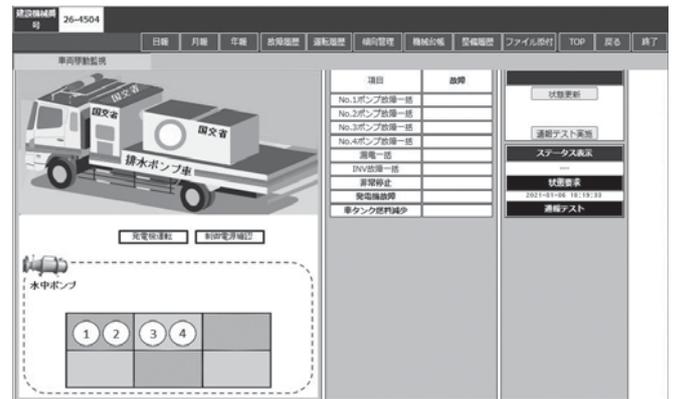
排水ポンプ車の稼働状態を監視するDSシステムは、機能の項目数と使用する機器類及び通信回線の契約など、搭載する排水ポンプ車の台数増加により追加コストが懸念されることから、近年多発する災害対応に合わせて全国的に普及させるため、機能を簡略化して導入コストの縮減を図った簡易版を開発した。

DSシステムの簡易版は、使用する監視装置を本体のみで増設せず、監視機能と項目数を制限することで、使用する通信回線は衛星通信網から携帯通信網に変更

して必要経費を削減した。

監視機能の調整は、装置本体の入力チャンネル数を最大20とし、排水ポンプの運転状態や故障及び異常を一括表示に集約させることで、4台から12台までの排水ポンプ車に対応可能とした。

なお、簡易版のモニタ表示は、排水ポンプ車イメージの背景色を通常版から変更し、運転状態と故障等の表示項目を簡略化することで区別している(図一6)。



図一6 DSシステム簡易版のモニタ表示例
(車両の背景色を変更、状態表示を簡略化)

(2) 操作ユーザと権限

DSシステムの遠隔監視者は、排水ポンプ車を管理する国土交通省職員以外に、長時間に及ぶ排水作業現場では待機中のモニタ監視を現場作業員も行うため、複数の操作ユーザと権限を設定している。

排水ポンプ車の登録は、DSシステムが搭載された全国の車両をサーバで一括管理可能となっていること、近年多発する大規模災害時の緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)への運用なども考慮し、管理者権限では全国の車両の表示と遠隔操作を可能としている。

モニタ確認のみを目的とした国土交通省職員や現場作業員に対しては、一般ユーザとして全国もしくは地方整備局管内を監視対象に、各車両の状態確認が可能で利用権限としている。

なお、メール登録による異常通報機能は、対象車両ごとに設定可能であるため、操作ユーザの権限とは異なる利用方法としている。

(3) 車両位置情報共有化システムとの連携

排水ポンプ車の位置情報は、当初DSシステムにGNSS受信機を組み合わせることで、移動中や排水作業の車両位置を地図上に表示していたが、北陸地方整備局で開発された災害対策車両の位置情報共有化システムの普及に伴い、重複した機能を連携するものとした。

連携当初は、搭載台数の多い車両位置情報共有化システムが取得した位置座標データ及び情報測位日時をDSシステムに使用していたが、今後のDSシステム搭載車両の増加を考慮し、DSシステム側からの情報提供機能（1分間隔のデータ送信）を追加した。

送信するデータは、車両位置情報に加え、排水ポンプ車の動態情報（待機中、移動中、排水中）についても送信される。

なお、車両位置情報共有化システムと国土交通省が運用している統合災害情報システム（DiMAPS）との連携は、必要に応じてDiMAPS側から位置情報を取得していることから、DSシステムとは直接連携しない状態となっている。

4. おわりに

近年の台風や豪雨による災害発生時では、全国的に排水ポンプ車の稼働率が増加傾向にあり、各地域に配備された車両を効率的に運用し、運転状態を遠隔監視することが重要な機能として期待されている。

本検討は、排水ポンプ車の長時間作業による現場作業員の負担軽減や、故障やトラブルが発生する前に異常を検知して通報することなど、運転状態を遠隔監視することで得られる機能や利便性を確認し、追加改良

を実施することで実用化に向けた全国的な普及展開への準備を行った。

今後は、各地方整備局にて規格や仕様の異なる排水ポンプ車での利用状況を確認するとともに、問題点や課題、不具合などを改善してゆくことが考えられる。

最後に、本検討の実施にあたり、業務の発注者である国土交通省中部地方整備局の関係各位、ならびに排水ポンプ車とDSシステム的设计・製作に携わる各社の方々へ、あらためてここに感謝の意を表します。

JCMA

【筆者紹介】



太田 正志（おた まさし）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部 主幹



佐藤 充弘（さとう みつひろ）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部 技術主幹