

# DS(排水ポンプ車の稼働状態監視)システムの開発

鶴田 勇<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中部技術事務所 防災・技術課 (〒461-0047 名古屋市東区大幸南1-1-15)

津波浸水被災箇所において、余震津波による二次災害から作業員を守るため、排水ポンプ車を安全な場所で遠隔監視するシステムの開発を行ったものである。

キーワード：排水ポンプ車、遠隔監視、作業員の安全

## 1. DSシステムとは

DSシステムは、排水ポンプ車の稼働状況を遠隔で監視できるシステムで、平成25年度から平成28年度にかけて開発したものである。大規模災害において全国から集まった排水ポンプ車を一括で監視ができるようにしたシステムであり、普及しやすくするために特定の名称を決めることとし、英語名の頭文字とシステムを組み合わせで「DSシステム」と名付けた。

<b>D</b> rainage pump truck	排水ポンプ車
<b>S</b> tate monitoring System	状態監視システム



写真-1 津波襲来状況

## 2. システム開発の目的

東日本大震災では<sup>1)</sup>、3月11日に宮城県の栗原市で震度7、宮城・福島・茨城・栃木県で震度6強という地震が、東北地方を中心に東日本を襲った。東北地方を激震が襲った直後、北海道・東北・関東地方の太平洋沿岸に巨大津波が押し寄せた。(写真-1)

沿岸各地に襲来した津波は、最大10m以上に達し、未曾有の被害をもたらした。その津波による浸水面積は、岩手県58km<sup>2</sup>、宮城県327km<sup>2</sup>、福島県112km<sup>2</sup>にもおよび100万戸以上の家が被災し、道路は寸断され、被災者の救命及び救援ルートの確保は困難を極めた。

国土交通省は震災の翌日から24時間体制で、くしの歯作戦と名付けた道路啓開による通行ルートの確保と浸水域の解消のため、全国から最大120台の排水ポンプ車を集め、のべ4,200台・日出動させて約6,100万m<sup>3</sup>の排水を実施した。

排水ポンプ車を集中的に投入した5月31日までの間に震度4以上の余震が181回、津波警報が2回、注意報が3回発令される状況の中で排水作業が実施された。

津波浸水箇所における排水ポンプ車での排水作業は、地震による地盤沈下や津波被害により破壊された構造物のために防御能力が低下している場所で、24時間体制で行われていた。(写真-2)

作業員の避難は、本震による津波が海岸線から数km遡り、通行できる道路が浸水やがれきで塞がっていたりしており、安全な高台に津波警報等が発令されてから避難するルートは限られていた。

東日本大震災における排水作業では、幸いにも余震による二次災害は発生しなかったが、中部地整管内では南海トラフによる巨大地震が想定されており、過去の災害から学び、二次災害を未然に防ぐ方法を事前に検討することとした。

想定されている南海トラフによる巨大地震の津波が発生したときには、作業員が高台等の安全な場所で排水ポ

ンプ車の稼働状況を監視し、故障や給油等の必要なメンテナンスの時にだけ現場に赴くようにし、危険な場所にいる時間をできるだけ短くすることで二次災害に被災する確率を低減することができる。

このような目的から、作業員の安全を確保しつつ、迅速な湛水域の解消、従来行っていた電話連絡での状況報告など、作業員の負担を軽減できるシステムの開発を行うものである。



写真-2 夜間排水状況

### 3. システムの概要

DSシステムは、排水ポンプ車の稼働状態をインターネットを通じてパソコン、スマートフォン等から監視できるシステムで、構成は車載器、通信装置、サーバからなっている。

車載器は、排水ポンプ車の状態信号（車両及び排水関連装置の稼働状況や故障信号等）を取得・集約する機器である。通信装置は、車載器とサーバ間で通信を行う装置で、大規模災害を想定しているため、衛星回線を基本とし、安価な携帯電話回線も選択可能である。

サーバは、排水ポンプ車の状態信号を蓄積・整理し、インターネット網を通じてパソコン、スマートフォン等に配信する機器で、全国の排水ポンプ車全てを一括で監視することが可能である。

DSシステムで監視できる内容は、車両位置情報、排水ポンプ車稼働状況、故障等の不具合内容、運転等の履歴などであり、地図表示画面、車両稼働監視画面、日報等の履歴画面から確認できる。

地図表示画面では、図-1のとおり車両位置情報共有化システムから位置情報を取得し、地図上に車両アイコンとして位置を表示する。また、排水ポンプ車の状態を自動で判別する機能として、基地から500m以上離れた状態を「移動中」、発電機が稼働した状態を「発電機ON」、排水ポンプのモーターが起動した状態を「排水中」として、地図上の車両アイコンの色により作業状況を判別できるようにした。

その結果、従来行っていた電話連絡での状況報告を省略でき、現場作業員の負担が軽減される。

地図表示画面において建設機械番号または車両アイコンをクリックすることにより、排水ポンプ車個別の車両稼働監視画面へ移動する。車両稼働監視画面では、図-2のとおり車両毎の詳細情報として排水ポンプ毎と車両の運転・停止状況、排水ポンプ毎の運転時の回転数等の計測値及び故障内容を表示している。

故障発生時には、故障内容が事前に登録したメールに通知され、早急な対応が可能となっている。また、排水作業中の燃料切れ対策として、故障と同様にメール通知されるとともに、車両稼働監視画面に通常は表示されていないが、燃料が少なくなってくると残燃料時間がカウントダウン形式で表示されるようになってきている。

車両稼働監視画面に表示されている情報は、サーバに随時蓄積され、必要に応じて、日報、月報、年報等の帳票、運転及び故障履歴をリアルタイムで表示することができる。



図-1 地図表示画面

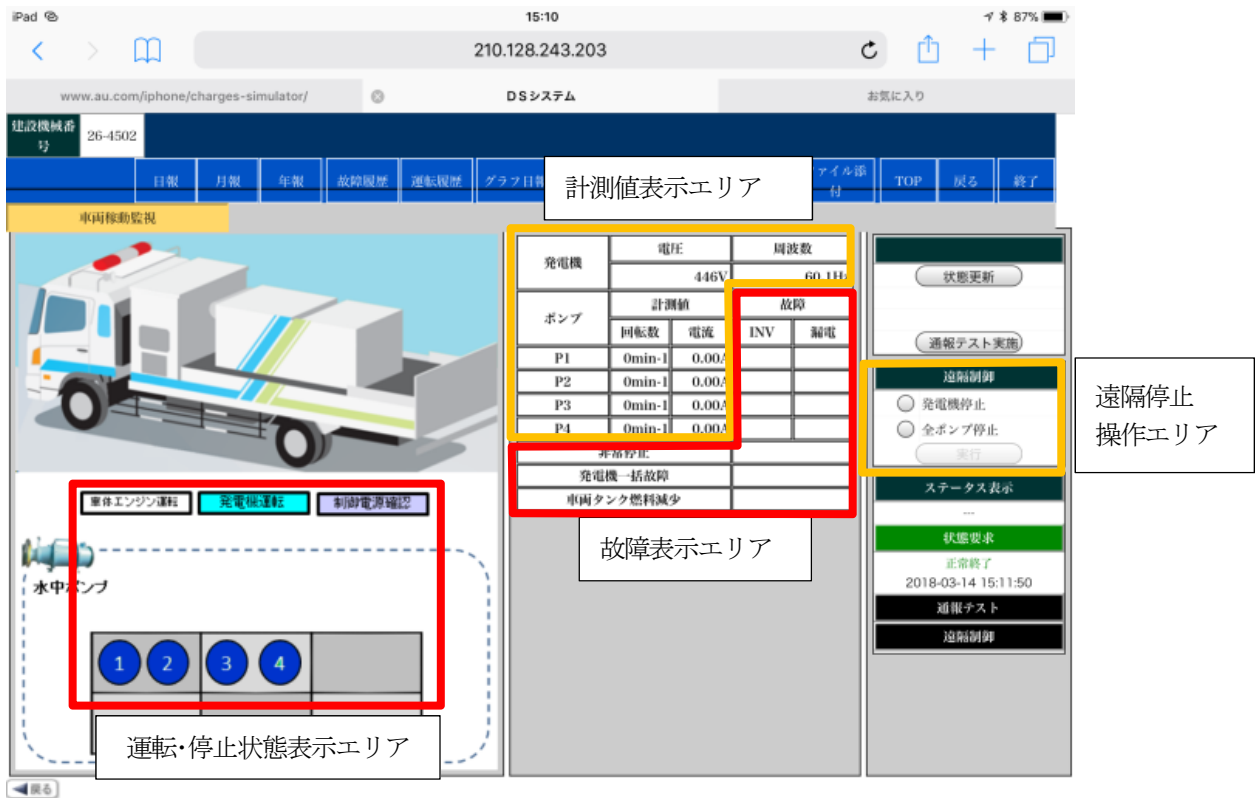


図-2 車両稼働監視画面

#### 4. システムの改良

DSシステムは、前述のように平成28年度に試作機を2台の排水ポンプ車に搭載し概ね完成したが、新たな課題も発生している。

新たな課題としては、遠隔で監視した場合に、故障するまで排水ポンプの異常（ゴミ詰まりやホースの折れ曲がり）がわからないことと、異常状態を検知しても現地向かい停止するまでに時間を要してしまうことである。

その課題に対して、異常診断機能及び遠隔停止機能を追加した。

異常診断機能は、ゴミ詰まりやホースの折れ曲がりによる

ポンプの異常をポンプ電流値の変化により判定するものである。判定は運転当初と現在の電流値を比較する傾向診断と他号機のポンプとの電流値を比較する他号機比較診断の2種類で異常の判定を行い、排水ポンプが壊れる前に予兆を知ることができる。

遠隔停止機能は、メール通知等で異常を確認した場合に、ポンプの破損を防ぐため、すぐにポンプを停止する必要があるために、遠隔で停止操作を行うものである。停止操作は、異常のあるポンプだけでなく、他の号機も含めて一括で停止させるものである。操作は、図-3のとおり安全のため、2段階の確認をした上で停止できるようになっている。

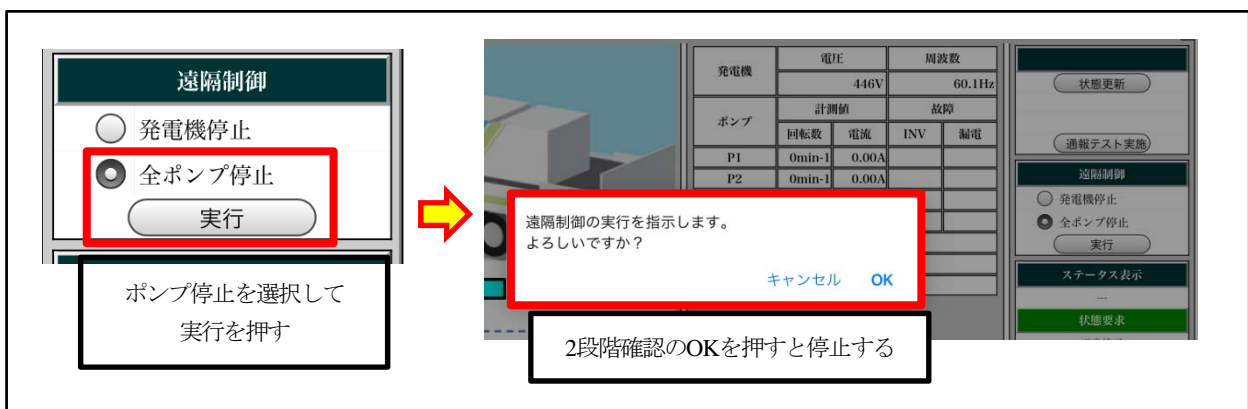


図-3 遠隔停止操作手順

## 5. DSシステムの稼働実績

平成29年10月の台風21号襲来時に、岐阜県と木曽川下流河川事務所からの支援要請を受けて、DSシステム搭載の排水ポンプ車が出動した。

岐阜県の要請箇所においては、排水の準備までは実施したものの実排水には至らなかった。

一方、木曽川下流河川事務所の要請箇所では、実排水を実施し、DSシステムを利用して車両位置と稼働状況を把握するとともに、各ポンプ毎の運転時間、排水量を現場に問い合わせることなく、日報で確認することができた。(図-4, 5)

この出水に関してDSシステムにより、運転履歴、日報等の実績を残すことができた。



図-4 地図画面監視状況

### 26-4502 2017年10月22日 日報

時間	故障回数	エンジン		発電		p1		p2		p3		p4					
		運転時間	運転回数	運転時間	運転回数	運転時間	運転回数	排水流量	運転時間	運転回数	排水流量	運転時間	運転回数	排水流量			
00:00 ~ 01:00	0																
01:00 ~ 02:00	0																
02:00 ~ 03:00	0																
03:00 ~ 04:00	0																
04:00 ~ 05:00	0																
05:00 ~ 06:00	0																
06:00 ~ 07:00	0																
07:00 ~ 08:00	0																
08:00 ~ 09:00	0																
09:00 ~ 10:00	0																
10:00 ~ 11:00	0																
11:00 ~ 12:00	0																
12:00 ~ 13:00	0	0:00	0	0:18	1	0:18	1	135.00	0:08	2	60.00	0:04	2	30.00	0:01	1	7.50
13:00 ~ 14:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	0:58	1	435.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
14:00 ~ 15:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
15:00 ~ 16:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
16:00 ~ 17:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
17:00 ~ 18:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
18:00 ~ 19:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
19:00 ~ 20:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
20:00 ~ 21:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
21:00 ~ 22:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
22:00 ~ 23:00	0	0:00	0	0:51	1	0:47	1	352.50	0:49	1	367.50	0:50	1	375.00	0:51	1	382.50
23:00 ~ 24:00	0	0:00	0	1:00	0	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00	1:00	0	450.00
合計	0	0:00	0	11:09	2	11:05	2	4987.50	10:55	4	4912.50	10:54	3	4905.00	10:52	2	4890.00

図-5 稼働日報画面

## 6. まとめ

今回の開発により、巨大地震における津波浸水の排水作業に従事する作業員が、二次災害に被災する危険性を低減できるシステムが完成し、試作機として2台の排水ポンプ車の監視ができるようになった。

比較的小規模の河川出水においても排水ポンプ車の稼働状況を現場に問い合わせることなく確認できたり、稼働時間、排水量等を集計できる機能により災害対応に従事する職員の負担を軽減することを確認することができた。

現場に従事した作業員からも車両から離れた休憩場所で排水作業が順調に行われていることが確認できたため有用であるとの感想を聞くことができた。

今回改良した故障検知機能と遠隔停止機能によって、

排水ポンプが壊れる前に運転を停止することができ、異常原因を排除して再起動することにより、高額な修理費用の節減と排水能力の低下による排水作業の長期化を防ぐことが期待できる。

今年度、新たに排水ポンプ車2台にDSシステムを設置予定であり、監視できる車両が4台となる。今後の出動機会において、今回発生しなかった故障の予兆、燃料切れの事象及び複数車両の同時監視などについて、DSシステムの有用性や問題の有無を確認していきたい。

### 参考文献

- 1) 東日本大震災に関するデータ及び写真は、東北地整HP「震災伝承館」より引用