



## 2. システム概要

琵琶湖総管で構築した職員支援システムは、次のとおりである（写真－1）。



写真－1 職員支援システム使用状況

### 2.1 排水機場運転支援システム

これまでの排水機場の運転操作は、設備毎に写真や図を多用し、専門用語を排除した紙媒体の操作マニュアルを使用してきた。しかし、排水機場の運転操作は水門設備と比較すると数多くの確認や移動、操作が必要となり、年に数回、操作訓練を実施しているものの、専門技術職以外は普段操作をしないため分かりづらく、また紙媒体の操作マニュアルでは雨天時の使用にも問題があった。

そこで、拡張現実（AR : Augmented Reality）を活用し、タブレット端末を用いて画像と音声により操作や確認、写真撮影等をナビゲーションすることで排水機場の「迅速かつ安全・確実な運転操作」ができるシステムを構築した。操作終了後には操作記録が自動で作成される。

### 2.2 不具合対応支援システム

不具合対応支援システムは、インターネット回線を利用し、現場（作業員）からの映像送信と音声による双方向通信（6者同時）を行うことにより、支援者も不具合発生現場の状況をリアルタイムで確認できるシステムである。作業員のヘルメットに装着したヘッドマウントディスプレイ（以下「HMD」という。）のカメラで捉えた映像と音声は、支援者側のPC・タブレット端末で共有でき、これまで専門知識を有する専門技術職やメーカーの熟練技術者等を現場に派遣せざるを得なかった不具合内容についても本システムの導入により、遠隔地からの作業指示で対応可能となった。

本システムは、上述したように映像と音声により故障・不具合情報の共有や作業指示を行うこととなるが、ポンプ運転時の騒音により作業員側で音声が聞き取れない場合を想定し、支援者側から文字による指示も可能である。また、HMDのカメラで撮影した静止画像を通信上で共有することで支援者側から書き込みによる指示も行うことができる。加えて、HMDのカメラに写った映像を支援者側から遠隔操作し、

写真撮影できる機能も有している。さらに支援者側から資料（図面等）の送付が可能であり、作業員が資料を持ち合わせていない場合でも支援者から必要な資料を送付することで、不具合原因の究明や不具合対応の確実性が向上する。

## 3. システム運用状況と導入効果

平成29年4月から運用した職員支援システムの防災業務での運用状況及び導入効果は、次のとおりである。

### 3.1 排水機場運転支援システム

排水機場運転支援システムの導入効果として、平成29年の防災業務時にポンプ運転ができない排水機場に対し、本システムを使用した結果、操作漏れのブレーカを発見し、排水機場の安全・確実な運転操作を行うことができた。

また、別の排水機場では、新規採用職員2名での運転操作にあたり、迅速かつ安全・確実にポンプ運転を行うことができた（写真－2）。

そして、その操作記録は自動作成され、操作報告書の作成時間の大幅な短縮に繋がった。



写真－2 新規採用職員による運転操作状況

### 3.2 不具合対応支援システム

不具合対応支援システムについては、同じく平成29年の防災業務時に排水機場スクリーン前面部に大量の流木が集積した際、専門技術職が現地に向かわずとも現地班から送信された画像等の情報により遠隔地から対応を指示し、ポンプを停止するに至らず、運転を継続することができた（写真－3）。

また、適宜、琵琶湖総管の防災本部や各管理所の班長等が現場状況の確認等に本システムを使用することにより、現場までの移動時間の削減、移動に伴う事故のリスク減に繋がり、その効果を確認した（写真－4）。



写真-3 流木集積時の対応状況



写真-4 防災本部での通信状況

#### 4. さらなる利活用

職員支援システムは、防災業務での排水機場の運転操作及び不具合に対応するための支援を行うものであるが、琵琶湖総管の防災業務は平成4年4月の管理開始以降、26年間で8回（平成30年3月末現在）と非常に少ないため、職員等のシステム習熟度維持やシステムの陳腐化が懸念される。そこで、琵琶湖総管内において「職員支援システム活用チーム」を発足させ、システム操作訓練の主軸として活動するとともに、システムの利活用について検討を行い、施工管理を中心に、可能な限り様々な業務で活用していくこととした。

##### 4.1 建築工事

琵琶湖総管では平成29年4月以降、建築の職員（以下「建築職」という。）が不在となり、建築工事が必要な都度、淀川本部設備課の建築職により積算や監督を実施している。宿舎等における簡易な修繕は通常、琵琶湖総管の総務課で監督を行うが、平成29年9月に発注した大規模な改修工事においては、専門知識が必要な材料確認や段階確認等が必要であった。発注当初は建築職が監督員として現地に臨場することを想定していたが、現地までの移動時間と現地での確認時間を勘案し、試行的に不具合対応支援システムの活用を取り入れることとした。

建築職による確認が必要な施工内容や受注者の要望により立会いが必要な場合には、監督員である琵琶湖総管の総務課員がHMDを装着して現地へ向かうことで建築職は現地へ臨場せず、淀川本部で現場状況の把握や確認を行った。立会い等が必要な都度、不具合対応支援システムを使って現地確認することで、受注者の作業手戻りの発生を防ぐとともに、建築職以外では判断が困難な事項について遠隔地から指示を受け、判断をすることが可能となった（写真-5）。

試行の結果、本工事においては計12回の現地確認や立会いのうち、8回を不具合対応支援システムで対応し、建築職の移動時間及び旅費の縮減による業務の効率化に繋がった。関西管内の他の事務所においても琵琶湖総管と同様、移動に時間を要することから、建築工事における不具合対応支援システムの活用は有効であると言える。



写真-5 遠隔地からの指示状況

##### 4.2 工場における段階確認

機械設備や電気設備の工場製作を伴う機器更新において、重要な機器や低入札の場合、品質確保として工場における段階確認を実施する。その場合は通常、複数の監督員が工場に出向き検査を実施するが、試行として不具合対応支援システムを活用し、HMDを装着した監督員が工場へ出向き、残りの監督員が遠隔地から確認することとした。

平成29年度は水門設備の開閉装置仮組立について段階確認を行った。その結果、カメラの映像を通して数値等も確認でき、これまでと相違なく適正な検査を行うことができ、旅費の縮減及び業務の効率化に寄与した（写真-6）。

時間	気温(°C)	湿度(N)	温度測定(°C)					4時間差	4時間差	4時間差	5時間差
			①	②	③	④	⑤				
0:00	7.1	7	1.8	6.9	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
0:10	7.2	11.9	9.1	36.4	35.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
0:20	15.3	16.5	10.6	45.6	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0		
0:30	17.9	14.4	10.0	44.0	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0		
0:40	19.7	12.0	11.1	52.8	49.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
0:50	21.1	12.4	14.5	54.9	49.5	0.0	0.0	0.0	0.0		
1:00	24	15.1	14.3	56.3	50.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
1:10	22.8	15.4	15.1	56.6	51.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
1:20						0.0	0.0	0.0	0.0		
1:30						0.0	0.0	0.0	0.0		

写真-6 工場検査状況

### 4.3 抜き打ちパトロール

工事現場の安全管理への利活用の一つとして琵琶湖総管の安全協議会では不具合対応支援システムを活用し、抜き打ちパトロールを実施した（写真-7）。

HMDを装着した職員が現地へ行き、安全協議会委員が総合管理所でHMDからの映像を通し、受注者の不安全行動を指摘した。このように少人数で実施する抜き打ちパトロールでありながら、多くの目で指摘できることから効率的なパトロールと言える。また、HMD装着者を若手職員とし、支援者（総合管理所）側から不安全行動を指摘することで、若手職員の安全教育ツールとしても期待できる。



写真-7 抜き打ちパトロール状況

### 4.4 事故等の確認

広大な範囲を管理する琵琶湖総管では、湖岸堤や道路等で交通事故や火災が発生した場合、管理者である機構に連絡が入るよう所轄警察署や消防署等と連携している。一報が入ると各管理所の職員が現場へ出向くが、警察や消防等からの情報だけでは機構の管理範囲であるかどうか不明な場合が多い。通常であれば、交通事故や火災が発生した現場周辺の資料を持参し現地確認を実施するが、近くを巡視していた職員が現場へ直行し、不具合対応支援システムを活用し通信することで、管理所にいる職員が資料を確認しながら機構の管理範囲であるか否かの早急な判断をするとともに、現場で必要となる対応を判断することができた。

## 5. まとめ

琵琶湖総管では、平成25年の防災業務での課題を解決するために職員支援システムを構築・導入した。

しかしながら、防災業務の頻度から職員等の本システムの習熟度を維持できない恐れがあるため、所内で本システムの利活用について検討・試行した結果、業務の効率化に繋がる利活用方法を数多く確認することができた。

特に不具合対応支援システムについては、HMDのカメラがヘルメットに固定されていることで、支援者からの指

示を受けながら作業者はハンズフリーで作業ができること、作業者のモニターには作業者自身の見ている状況が映っており、支援者もその映像を確認しながら指示ができ、リアルタイムで双方が確認し合いながら対応できる点がその他の類似システムと異なり、非常に有効であることが確認できた。立会い等で使用する場合にはHMD装着者以外には支援者の音声が共有できない課題があるものの、琵琶湖総管の限られた人員の中で効率的かつ適切な管理業務を行うには本システムは有効なツールである。平成30年度も引き続き、職員支援システム活用チームの活動を継続しており、さらなる業務の効率化、高度化を目指し、様々な業務へ利活用を検討している。

このように、防災業務による課題から構築・導入した職員支援システムであるが、防災業務に限らず用途は多岐にわたり、不具合対応支援システムにおいては、移動時間削減に伴う作業の効率化及びコスト縮減による効果は大きい。また、排水機場運転支援システムについてもシナリオを応用することにより、直営点検や人材教育、技術伝承等に活用できる。

他事務所への展開の可能性については、琵琶湖総管のように広大な管理範囲かつ多数の設備を維持管理している管理所等での本システムの利用は有効である。具体では、延長の長い水路施設の巡視やダム管理所での放流警報時の巡視への利用、設備の直営点検などに活用できると考える。また、宿泊を伴うような移動距離が長い現場への立会い等にも有効である。

さらに、異常気象と言われる事象が頻繁に起こり、地震・風水害など様々な自然災害が起こる昨今において、不具合対応支援システムを用いて現地と各事務所、さらに各支社・局や本社とが通信することで映像と音声によりリアルタイムで被災状況の把握や確認を行うことができ、大いに利活用の可能性を秘めていることから、機構内で拡大導入されればさらなる発展が見込まれる。

最後に、本システムは、国内における既設公共インフラ施設の長寿命化や機能の最大活用が求められる中、限られた人員体制による効率的かつ的確な操作・維持管理を行う手段として幅広い分野への利活用の期待ができるものと高く評価され、平成29年度土木学会技術賞を受賞したことを報告する。

### 参考文献

H28 水資源機構技術研究発表会 論文集

内田 颯太、岩松 裕二、青井 保男、車田 美春、富 行穂、中嶋 恵美、黒肱 裕也、山岡 夕紀