

土木設備維持管理における点検業務への 電子タグの活用

電源開発(株) ○嶋田 善多^{*1}坂田 智己^{*1}室蘭工業大学 矢吹 信喜^{*2}

By Yoshikazu SHIMADA, Tomomi SAKATA, Nobuyoshi YABUKI

土木設備の健全性を長期に亘り経済的に維持管理していくうえで、日常の巡視点検は重要な業務であり、その技術を将来に確実に引きついでいかなければならない。また点検結果等のデータは経年とともに増加し、膨大な量が蓄積される。この点検による情報を土木設備の修繕計画や異常時の判断に的確に活用していくには、点検からデータベース化まで一貫した確実なデータ管理及び運用が必要と考える。これまでに点検業務の標準化、効率化並びに技術継承を目的とした点検支援システムについて提案してきたが、今回巡視点検に適用し導入効果を検証したのでその概要を報告する。

【キーワード】維持管理マネジメント、電子タグ(RFID)、点検

1. はじめに

社会資本として構築された土木構造物は、国民が豊かな社会生活を安心して営めるようにその役割を担っている。土木技術者はこの土木構造物の健全性を保つべく、その維持管理に努めなければならない。そのためには、維持管理の基本となる日常の巡視点検を適切に行い、点検によって得られた情報を確実にデータベース化し、今後の修繕計画ならびに異常時の対応に活用していく必要がある。これまでに日常の巡視点検を含む維持管理業務の標準化、効率化、ならびに技術継承を目的とした現場点検支援システム¹⁾について提案してきたが、今回、ダムの巡視点検に適用し、導入効果を検証したのでその概要を報告する。

2. 点検業務における課題

土木構造物の維持管理における巡視点検業務について、その現状と課題を以下に述べる。

① 土木設備の規模は大きく、またその寿命が長

いことから、点検箇所は多く経年とともに増加し、蓄積されるそのデータ量は膨大である。

② 点検員の技量は、長年の経験に培われた個人の知見に依存する部分が多い。

③ 点検員が人事異動等で交代する場合、書類による引継ぎでは確実な技術継承をしがたい部分がある。

④ 点検時には前回の巡視点検の書類(点検データ、送り事項等)を持参し、その書類と照合しながら巡視点検を行っている。

⑤ 何か異常を発見した場合、その場で判断できる情報量を持ち合わせていない。

⑥ 点検現場で記録しても、後で記録場所が特定しにくい場合がある。

⑦ 現場で点検結果を野帳等に記入し、更に事務所でコンピュータにデータ入力といった2度手間となっている例が一般的である。

今後劣化が予想される多数の土木構造物を健全な状態に保つためには、現場の点検作業からデー

^{*1} 電源開発株式会社 エンジニアリング事業部 TEL 03-3546-3223

^{*2} 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5219

データベース化までの作業において、

- ① 業務を如何に標準化し、効率化するか。
- ② 被災時や異常時に迅速に対処できるように現場とデータベース内の情報を如何に確実に関連付けるか。
- ③ 点検員交代時に点検員の持つ経験及び知見等を如何に正確に引き継ぐかが重要と考える。

3. 点検支援システムの概要

(1) システムの考え方

留意すべき点検箇所を明確にする方法として、現場にマーキングするという手法が一般的であり、今回、現場にデータを物理的に残してかつマーキングすることの重要性に着目した。小型で耐久性がある安価な電子タグ（RFID：Radio Frequency IDentification）に、計測結果や点検メモ等のデータを記憶させて現場（点検箇所）に貼り付けてマーキングとし、情報携帯端末によって随時データを読み書きできるシステムの開発を行った。

電子タグは、非接触型データキャリアで埋設も可能なことから採用することとした。電子タグとのデータの授受は、リーダ/ライタと呼ばれるデータ交換器から出される電磁波によって行なわれる。電子タグの仕様を表-1に示す。

表-1 電子タグの仕様

項目	仕様
メモリー容量	ユーザーエリア 240/バイト
データ保持期間	データ書き込み後10年
データ書換回数	各アドレス毎10万回
形状（電子タグ）	φ20×t2.7mm
使用温度範囲	-20～+70℃（交番時）
耐熱性	高温放置：180℃ 200時間 熱サイクル：30分 200サイクル
材質	PPS樹脂
重量	約1g
透過性	全ての非金属を透過して交番可能

(2) システムの構成

点検支援システムは電子タグ、リーダ/ライタ、情報携帯端末（以下「PDA」という：Personal Digital Assistants）、パソコン（以下「PC」という）から成る。システム構成にあたっては長期に亘って使い続けるという視点に立ち、取替えが容易となるように汎用品の利用を前提とした。点検支援システムの構成を図-1に示す。

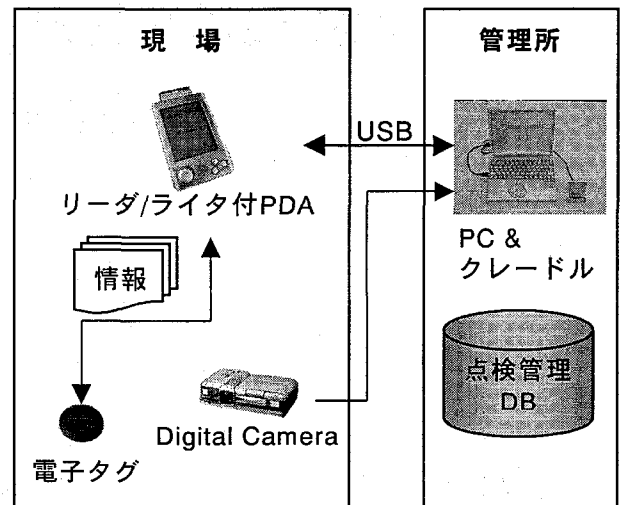


図-1 システム構成

電子タグに持たせる情報を以下に示す3つの機能として利用し、これらの機能を組み合わせて点検支援システムを開発した。

- ・ データ保管機能：電子タグの記憶容量を利用して、点検結果等の管理データを保管する。
- ・ ID（IDentity）機能：対象構造物を認識確認するためのIDデータを保管する。
- ・ トリガー機能：PDAに保存しているプログラムを起動させる引き金となるデータを記録する。

現場に設置された電子タグにはIDと前回の点検結果が保存されており、点検員はリーダ/ライタ付PDAで電子タグを読み込み、前回の点検結果とIDに関連付けられた申送り事項、画像データを参照することができる。

その日の点検結果や申送り事項を同様にPDAにて入力し、電子タグに書き込む。現場でPDAに入力された情報は、事務所に帰還してからPDAとPCを接続し同期処理を行うことにより、確実にPC内へデータベース化される。

土木構造物の点検対象箇所（電子タグ設置箇所）や点検項目は、経年とともに増えることが予想される。その都度システム開発者の支援を受けるのではなく、点検対象設備や点検項目の変更にあわせて電子タグとの関連付けや追加設定をユーザが自由にできる機能をPCに付加した。

4. システムの適用と検証

開発した点検支援システムを電源開発(株)奥只見ダムと沖縄総合事務局羽地ダムの巡視点検に適用した。本稿では奥只見ダムでの結果について報告する。奥只見ダムは使用開始から40年以上が経過している堤長480m、高さ157mの重力式コンクリートダムである。また発電設備も点検対象に含まれることから点検箇所が多岐にわたり、時間を要する。そのため、システムの開発にあたっては点検効率を低下させないよう、特にPDAへの入力等の操作性に留意した。

本システムを利用した点検状況を図-2に示す。PDAという小型端末を使用したため、サイズ、重量等の面からも携帯性に優れ点検現場での機動性を損なうことはなかった。ただし、用途を考慮して比較的大型の耐衝撃・防滴型PDAを用いたため、点検員の意見としては、より軽く、小さくという意見が寄せられた。これについては耐衝撃・防滴仕様ではない通常の小型軽量PDAにストラップや防水カバー等を付けることにより、軽量化、小型化を図れることを確認している。

点検箇所に設置された電子タグを読み込んだ場合、PDAの画面上には図-3に示すとおり、点検対象構造物、点検項目、前回の点検結果が表示される。電子タグをトリガーにして画面表示するため、階層構造の展開操作やスクロール操作が不要となり、必要情報をタイムリーに得ることができる。

点検結果の入力にあたっては、チェックボック

スを採用し、入力作業の簡素化を図っている。入力操作は画面の対象箇所をタップするだけで入力できるため、非常に簡便である。また入力内容によっては、入力操作の簡便性と表示情報量の確保のためにプルダウン形式も扱える。

図-3 右上の「メモ」をタップすると図-4が表示され、点検で得られた気付きや次回点検への送り事項等を記入することができる。この機能により次回点検者への確実な送りが可能となる。このメモは、電子タグに関連付けられた情報としてPDAに保存され、事務所におけるPCとの同期作業によりPC内にファイル化される。今後、トラブルシューティングのデータベース化への展開が考えられる。

さらに、図-3「メモ」左横の「File」をタップすると予めPCで電子タグと関連付けられた写真ファイルを参照することもできる。参照できる写真はPCに電子タグ毎にデータベース化されており、このデータをPDA内に転送しておくことにより参照できる。これまで、写真整理の煩雑さから点検日毎の写真をまとめて保存、管理してきたが、点検対象設備(電子タグ)毎に時系列で管理されれば設備の変状履歴を把握していく上で非常に有用と考える。今後、PDA内にて電子タグと写真ファイルの関連付けができれば、データベース化の同期処理を行なうと同時に、写真データが自動仕分けされて、より利便性が向上するものと考えている。

図-5に示すように施工継目の開き等は写真と



図-2 点検状況

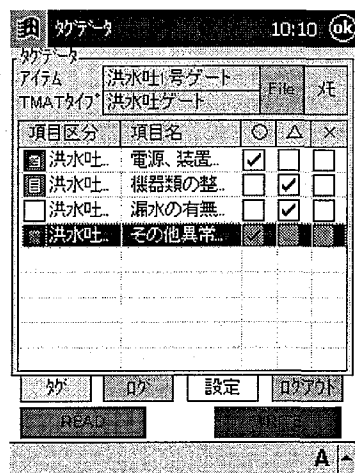


図-3 基本画面

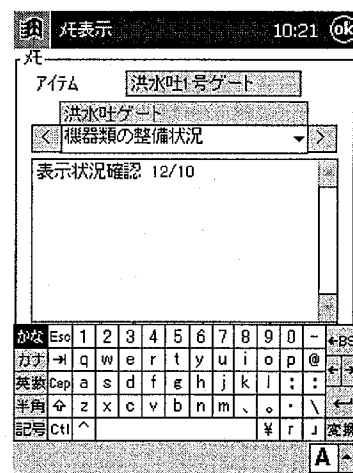
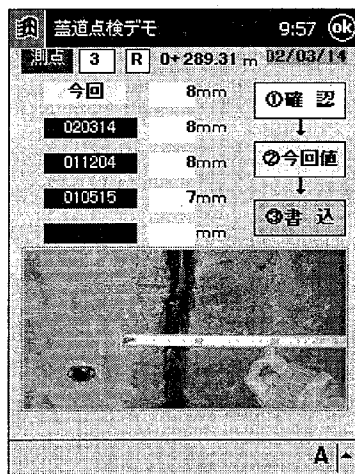


図-4 メモ入力画面

データを合わせて表示できて、地震後の緊急点検時には以前の状況が即座に確認できて、その場で影響等を判断できる。

この実証で得られた結果を以下に整理する。

- ・ 点検業務の標準化及び効率化に向けて、PDAの小さい画面でも十分に高い操作性を有することが確認できた。
- ・ データベース化も概ね問題ないが、画像データ等処理の高度化が必要である。
- ・ データを現場に置くということが非常時の点検に効果を発揮する。
- ・ 汎用品のPDAであるために入力しづらい部分もあり、誤操作を起こしやすい。



図－5 継目間隔計測用画面

5. おわりに

本研究では、点検業務の標準化、効率化ならびに技術継承を目的とした点検支援システムを開発し、既設のダム巡視点検に適用した。電子タグを利用した機能と小型かつ軽量のPDAを組合せることにより、現場点検業務に十分に適用できて、点検結果の確実なデータベース化が図れることを確認できた。また作業性という点でも、本システムの適用した点検員が、従来の点検作業と同等以上の効率で巡視点検作業を行うことができた。

今後は、他の土木構造物の点検業務に適用させて汎用性を持たせるとともに、熟練点検員の意見をさらに取り入れ、真に使い易いシステムの改善を図る必要があると考えている。また音声技術、音響ならびに画像による診断技術を取り入れた検討も進めていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 矢吹信喜, 植田国彦, 山下武宣, 嶋田善多: 電子タグ, PDA及び音声技術を用いた現場点検支援情報システム, 土木情報システム論文集, Vol.11, pp.77-84, 2002.

An Inspection Support System for Management of Infrastructure Maintenance by Using of RFID

By Yoshikazu SHIMADA, Tomomi SAKATA, Nobuyoshi YABUKI

Inspection is an important task to manage maintenance of structures safely and economically for a long time. In general, administrators have to manage a large amount of inspection data to maintain a huge structure such as a dam that has manifold inspection points. It is important to surely store the daily inspection data in a database in order to maintain structures. In this research, we have developed an on-site inspection support system that consists of RFID tags, PDA and PC and applied it to inspection of existing concrete dams in Japan.

【Keywords】 Maintenance management , RFID, Inspection