

携帯電話を利用した移動体管理システム

船舶や工事車両の安全監視等に活用

石 田 仁

携帯電話は建設業においても保有率が高い ICT 機器であり、小型でありながら GPS や加速度センサ、通信機能など、多くの機能が集約されている。ここで紹介する施工支援システムは 2006 年より、多くの建設現場で活用してきたものであり、携帯電話とインターネットを用いることで、ICT システムの利用が現場職員の負担にならないことを重視し、手軽に業務を効率化していくことを目指している。本稿では、施工支援システムの概要を紹介し、さらにその活用例の一つとして、携帯電話を用いた移動体管理システムを紹介する。

キーワード：携帯電話, GPS, 移動体管理, インターネット, WEB サーバ

1. はじめに

ICT 機器の進歩は非常に速く、以前に比べ、より小型でかつ高機能な製品が安く入手できるようになっている。中でも携帯電話の進歩はめざましく、最近ではスマートフォンやタブレット端末のようなパソコンの小型版ともいえる高機能な製品も普及しつつある。また、総務省によれば、日本においても 2012 年 3 月末現在で、携帯電話の普及率は 1 人 1 台を超えたとのことであり、日常生活において非常に馴染みの深い ICT 機器となっている。一方、建設現場においても、携帯電話はなくてはならないものであり、ほとんどの職員が所持し、日頃から利用している。用途としては音声通話以外にも、メールや WEB 検索などの利用頻度も高い。このように身近でありながら、携帯電話は、データの入力機能や通信機能を備えていることから、システム端末としても利用することができる。

このような携帯電話の特徴を活かし、一日の多くの時間を屋外で過ごす現場職員にも、無理なく利用できる施工支援システムの開発に取り組んでいる。

2. 携帯電話を利用した施工支援システム

上述のとおり 2006 年に携帯電話を利用したコンクリートの品質管理システムを構築し、施工支援サーバを設置した。それ以降も同じ仕組みを利用して携帯電話向けの様々なシステムを構築している。このシステムは手軽に利用できるため、これまで多くの現場で導

入し、小規模な現場においても ICT システムの活用機会が増えている。

以下に携帯電話を利用した施工支援システムを紹介する。

(1) 全体の機器構成

本システムの機器構成を図 1 に示す。一般的な WEB サーバとインターネット通信を中心としており、カスタマイズや社外の他システムとの連携が容易である。

① 施工支援用サーバ

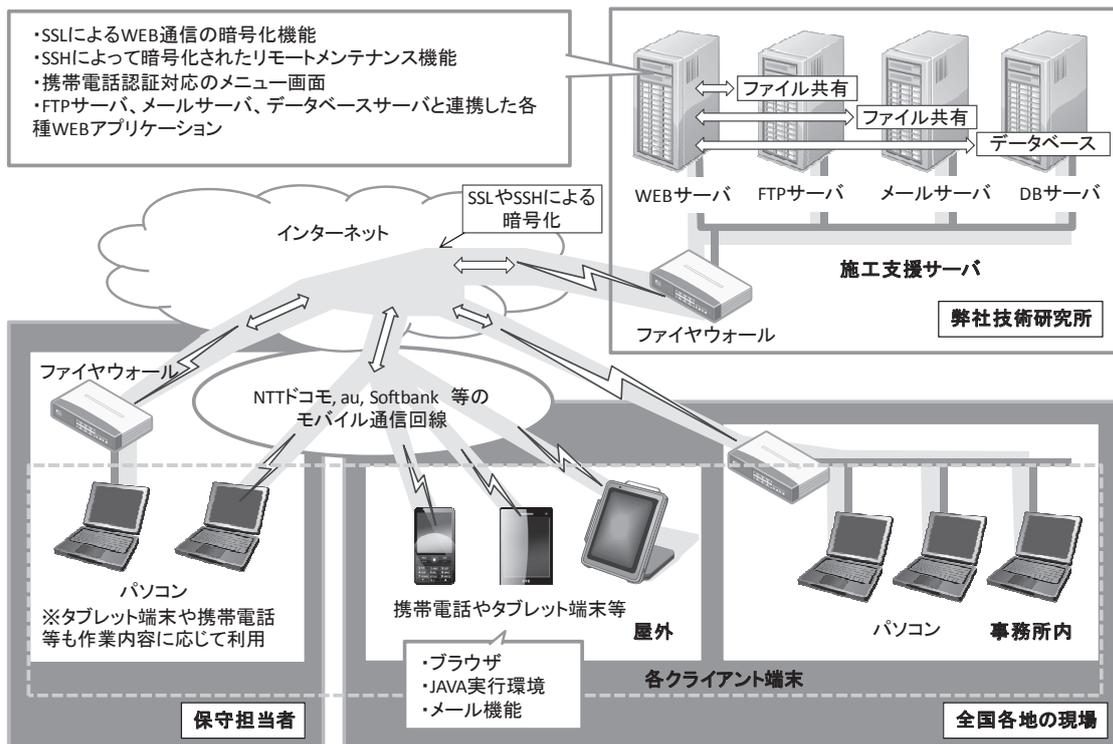
本システムの施工支援用サーバは技術研究所に設置しており、複数のサーバ機から構成される。WEB サーバ上では、通信の暗号化機能、携帯電話認証対応のメニュー画面、WEB アプリケーションの動作環境が稼働しており、比較的容易にアプリケーションを構築することが可能である。

WEB サーバからは、FTP サーバ、メールサーバ、DB サーバのデータを利用可能で、必要に応じてこれらと連携して WEB アプリケーションを構築している。このサーバには標準的なプロトコルをほぼ組みこんでいるため、多くの社外システムと比較的容易にデータ連携が可能である。

なお、各サーバ機は技術研究所内以外の遠隔地からもメンテナンスが可能である。

② インターネットとモバイル通信回線

通信はインターネットおよび通信事業者のモバイル通信回線を用いる。インターネットを用いるため、パスワードや秘密データの漏えいを防ぐために通信の暗



図一 本システムの機器構成

号化を行う必要があるが、これも一般的なSSL(Secure Socket Layer)やSSH(Secure Shell)による公開鍵認証方式を用いている。

③現場側の利用環境

サーバ上のWEBアプリケーションを利用するために現場で用意する機器も、一般的な携帯電話やインターネットに接続可能なパソコンのみである。本システムは、基本的にサーバ上のWEBアプリケーションのみで機能するが、圏外や地域など携帯電話の通信速

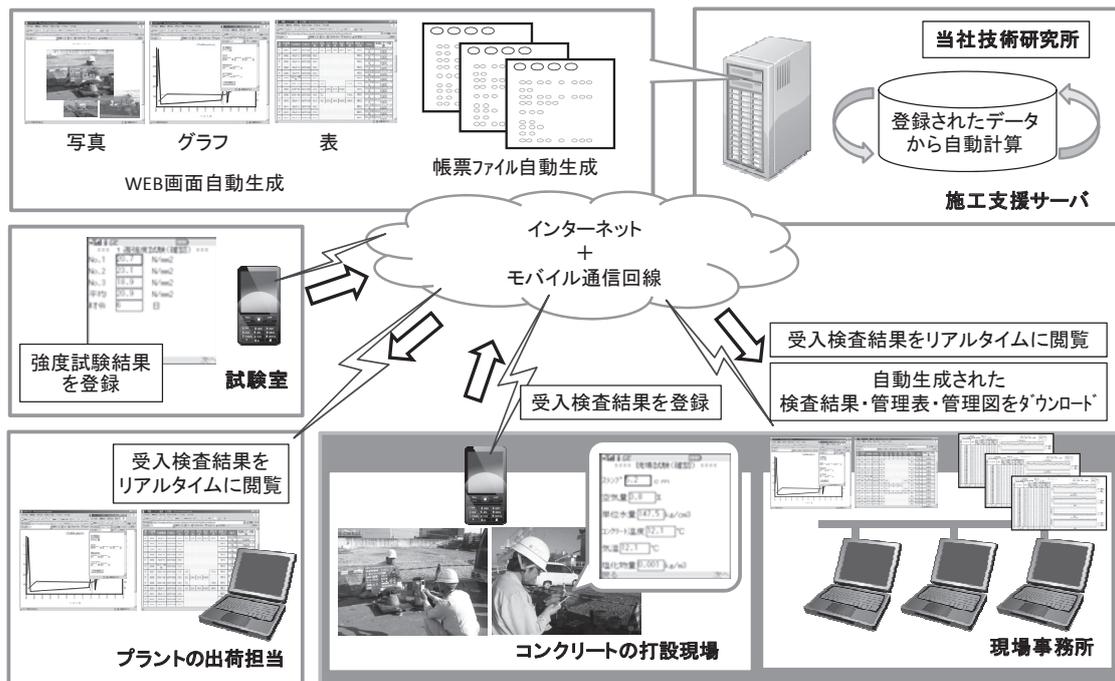
度が十分確保できない場合や、大容量のデータを扱う場合など、補助的に簡単なアプリケーションをパソコンや携帯電話にインストールする場合もある。また、山間部等の携帯電話が通じない地域などでは、3G/4G回線が利用できないため、代わりに無線LANアクセスポイントを設置して運用することも可能である。

(2) ソフトウェア構成

本システムで用いる代表的なソフトウェアを表一

表一 本システムで用いるソフトウェア一覧

項目	名称	備考	
施工支援サーバ	共通部分	RedHatEnterpriseLinux あるいは互換 OS	サーバ用途向けの Linux ディストリビューションのひとつ
	WEB サーバ	OpenSSH	ログオン時のユーザ情報の暗号化、操作内容の暗号化等に用いる
		Apache HTTP Server2.2	利用者の WEB ブラウザと通信する HTTP サーバ
		Apache Tomcat6.0	HTTP サーバと連携する JAVA アプリケーションサーバ
		PHP5.3	WEB ページ生成に用いるプログラム言語
		OpenSSL	HTTP 通信の暗号化 (HTTPS) に用いる
	FTP サーバ	Vsftpd	ファイル転送サーバ (FTP サーバ)
		OpenSSH	暗号化の必要があるファイル転送に用いる
	メールサーバ	Postfix	メール送信 / メール転送サーバ (SMTP サーバ)
		Dovecot	メール受信サーバ (POP/IMAP サーバ)
DB サーバ	PostgreSQL8.3	リレーショナルデータベース	
	PostGIS	PostgreSQL の地理情報向け拡張機能	
クライアント端末	事務所内のパソコン	WEB ブラウザ	Microsoft Internet Explorer 等
		メール機能	Microsoft Outlook, Lotus Notes 等
	現場の携帯電話等	WEB ブラウザ	imode ブラウザ他、各端末内蔵のブラウザ
		JAVA 実行環境	i-appli 他、各端末用のプログラム実行環境
	保守担当者のパソコン	メール機能	各端末内蔵のメール機能
		SSH 対応ターミナルソフト	SSH により暗号化可能なターミナルソフト
	SSH 対応ファイル転送ソフト	SFTP, SCP 等の暗号化対応ファイル転送ソフト	



図一2 コンクリート管理への適用例

に示す。特殊なソフトウェアは使わず、サーバ上のソフトウェアは、ほとんどがオープンソースである。こういった一般的なソフトウェアを組み込むことにより、他社のシステムとの連携も行いやすく、拡張も容易である。

なお、クライアント端末についても、日常使っているものを利用すれば十分で、特別な制限はない。

(3) コンクリート管理への適用例

本システムをコンクリート管理に用いた例を紹介する(図一2)。この例では、コンクリート打設時の受入検査結果や、試験室での圧縮強度試験結果をサーバ上で自動的に図表化しており、結果をリアルタイムにプラントや現場事務所等で確認することができる。また、自動的に計算処理されたデータを帳票としてダウンロードすることができるため、現場のデータ整理の省力化が可能である。

このように携帯電話を入力装置として用いることにより、現場でも利用しやすいシステムとなっている。

3. GPS 携帯電話を用いた移動体管理システム

安価な GPS の普及、工事の安全対策のニーズ等から、車両や船舶の位置を監視する運行管理システムや航行監視システムが、一般的になってきている。このようなシステムは、以前はパソコンや PDA などを車両や船舶に搭載することが多かったが、現在では、

GPS 携帯電話等の簡易な機器に対応したシステムが各社からリリースされている。

図一3は2009年に、数十台単位の工事車両の運行管理を、低価格で実施するために構築した移動体管理システムであり、これも GPS 携帯電話を利用している。

(1) 基本的な機能

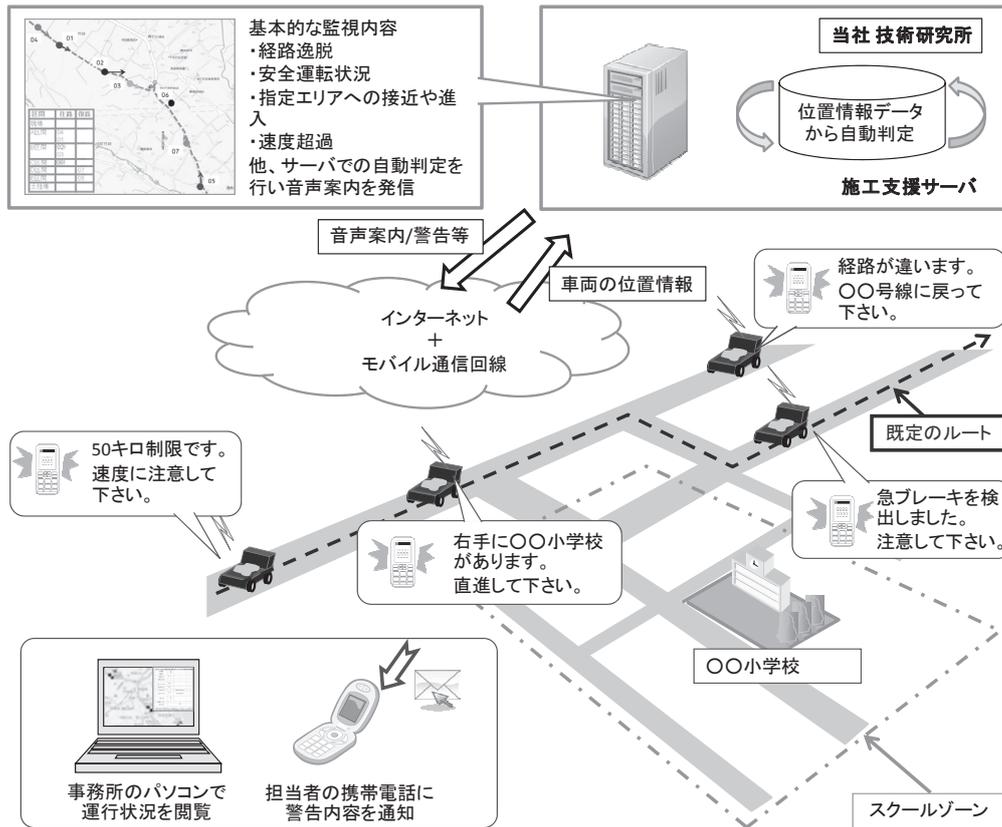
本システムの基本的な機能は、①経路逸脱、②安全運転状況、③指定エリアへの接近や進入、④速度超過等の監視である。多くの場合は、これらの監視結果に合わせて自動的に音声案内や警告を行っている。他にも、位置情報や時刻、加速度センサを利用した判定であれば、サーバでの自動音声案内/警告が可能である。

①経路逸脱

あらかじめ地図上で指定した経路を走行しているかどうかを監視する。指定した経路を外れた場合に警告を行うことができる。経路は往路と復路を個別に指定したり、また、それぞれ複数の経路を指定することも可能となっており、個々の現場の状況に応じて細かく設定することができる。

②安全運転状況

急加速、急ブレーキ、急ハンドルといった危険運転を検出し、警告を行う。これらの検出は、道路の状況によりやむを得ない場合も多いため、回数を記録し、例えば一日に一定の回数を超えた場合に警告を行うという方法もある。



図一三 移動体管理システムの例（工事車両の運行管理システム）

③指定エリアへの接近や進入

あらかじめ地図上で指定した範囲に対して、接近した場合や進入した場合に検出し、音声案内や警告を行う。

④速度超過

移動速度を算出し、速度に合わせて音声案内や警告を行う。速度のしきい値は、範囲によって個別に指定することができる。

音声案内や警告の例を表一2に示す。表一2のような自動判定の他、事務所のパソコンから手動で任意

の音声案内／警告を行うことも可能であり、現場のニーズに合わせやすいシステムとなっている。

各車両の運行状況は事務所のパソコンで監視することができ、また、現場担当者の携帯電話にも、メールで警告内容を通知することができる。

以上のように、本システムは、携帯電話を用いた簡易なシステムでありながら、運転マナーをトータルに、かつリアルタイムに監視することができる。

なお、安全用途以外にも、本システムをコンクリート打設時の運搬時間管理、土砂運搬時の運搬台数集計、

表一2 音声案内や警告の例

種類	説明	例	
案内	位置	指定範囲に近付いた時や進入した時にあらかじめ設定した音声案内	<ul style="list-style-type: none"> ・スクールゾーンです。 ・この先右折禁止です。 ・右側に〇〇中学校があります。注意して下さい。
	時刻	指定時刻になった時にあらかじめ設定した音声案内	<ul style="list-style-type: none"> ・通勤時間帯です。〇〇橋の通行を中止して下さい。
警告	経路逸脱	指定の経路を外れた場合	<ul style="list-style-type: none"> ・指定の経路を外れています。〇〇号線に戻って下さい。
	速度超過	区間ごとに設定した速度を超えた場合	<ul style="list-style-type: none"> ・速度超過です。注意して下さい。 ・速度を落として下さい。〇キロ制限です。
	アイドリング	長時間のアイドリングを行った場合	<ul style="list-style-type: none"> ・停車中のアイドリングを控えて下さい。 ・アイドリングが10分を超えました。
	急ハンドル	乱暴なハンドル操作を行った場合	<ul style="list-style-type: none"> ・急ハンドルを検出しました。注意して下さい。 ・急ハンドルの回数が〇回を超えました。注意して下さい。
	急ブレーキ	急ブレーキ操作を行った場合	<ul style="list-style-type: none"> ・急ブレーキを検出しました。注意して下さい。 ・急ブレーキの回数が〇回を超えました。注意して下さい。
	急加速	急加速操作を行った場合	<ul style="list-style-type: none"> ・急加速を検出しました。注意して下さい。 ・急加速の回数が〇回を超えました。注意して下さい。

CO₂削減のためのアイドリングの監視等に活用している事例もある。

(2) 車両への設置方法

本システムは、**図-4**に示すようにGPS携帯電話をダッシュボード等に置くだけで動作する。このため、日々入れ替わる工事車両に対しても適用しやすい。**写真-1**に工事車両への配付状況を示す。

このような方式に対し、デジタコ等にGPSや通信

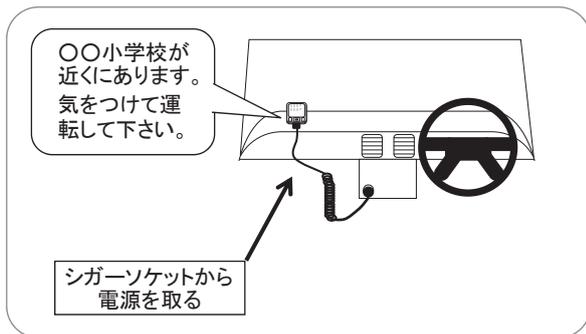


図-4 GPS携帯電話の設置イメージ

機能を搭載した製品も販売されているが、こういった装置は高性能である半面、配線作業**(写真-2)**を必要とする。この取り付けには1台あたり半日から一日以上かかることも多く、車両の入れ替わりがある場合には導入しにくい。

(3) 船舶への設置方法

本システムは、サーバ上のアプリケーションを容易に書き換えることができるため、工事車両だけでなく、船舶の航行監視等にも広く活用することができる。船舶に対応する場合、大まかな変更点は、背景の地図、音声案内の内容程度であり、多くの場合、工事車両よりも単純な設定で済む。

なお、必要に応じ、AIS (Automatic Identification System : 船舶自動識別装置) 情報や、レーダー情報との連携を行っている。

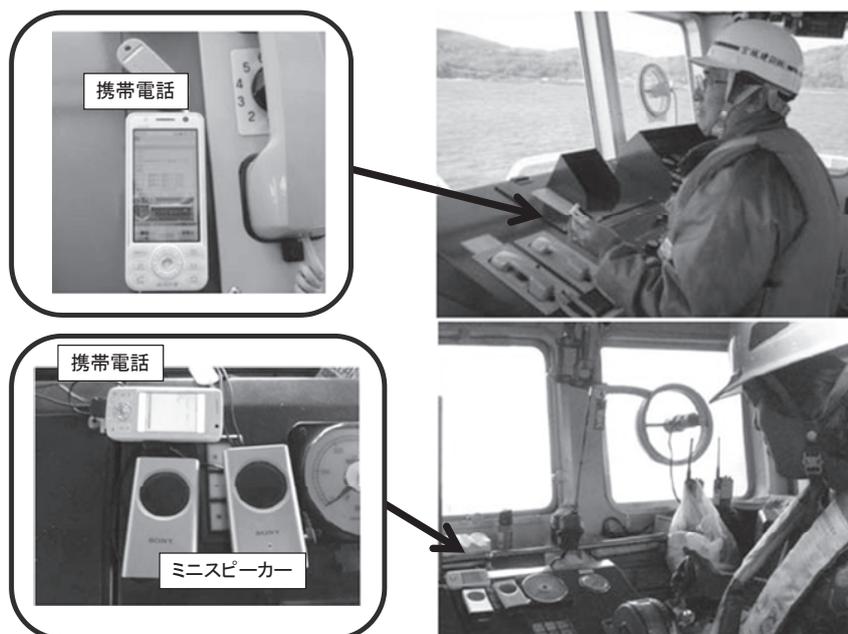
設置については、**写真-3**のように車両の場合と同様で、窓際にGPS携帯電話を置くだけでよい。なお、この例では、携帯電話からの自動音声案内を行ってお



写真-1 工事車両への配付状況



写真-2 デジタコ等配線を必要とする装置の取り付け作業の例



写真—3 船舶への設置状況（自動音声案内による航行安全システム）

り、音声が届きにくい場合は、状況に応じて、このように外付けスピーカーを利用することもできる。

4. おわりに

以上のように、当社では携帯電話を用い、できる限り現場の負担にならないような簡易なシステムで、現場の安全性向上や省力化を検討している。本システムは、自社サーバに機能を集約し、特殊な設備を用いないことから、現場での設置環境が非常にシンプルであり、また、使い慣れた携帯電話を入力やデータ収集に用いることから、従来の施工管理システムに比べ、利用者にとって非常に馴染みやすいものと思う。そして、このような簡単なシステムであっても、建設現場の様々な場面に広く提供していくことで、大きな効果が得られるものと考えている。今後も、本システムによって小さな省力化や機能向上を積み重ねることにより、現場担当者が、より効率的、かつ効果的に現場管理を行えるような環境を実現していきたいと考えている。

なお、最近では、建設業向けのクラウドサービスが普及しつつあり、ネットワーク上に建設業向けのシステムが提供されつつある。このような形態で多くの建設現場用のシステムが提供されていけば、煩雑であった導入作業も簡単になり、例えば以下のような使い方も実現できるかも知れない。

- ①現場職員がインターネットで、多様なクラウドサービスの中から現場条件に合ったサービスを見つけ、ユーザー登録をしていくと、選択した内容に応じて即座に統合システムの導入が完了する。
- ②現場職員がレンタルした計測装置の電源を入れると、特に操作をしなくてもインターネットに接続され、クラウドサービスと同期し、パソコンや携帯電話等から、機器の設定やデータの閲覧が可能になる。このような、システムや計測装置をより簡単に活用できるサービスについては、今後の各計測機器メーカー等の取り組みにも期待したい。

JCMMA

【参考文献】

- 1) 石田 仁, 「五洋建設における携帯電話を用いた建設現場支援システムの運用～汎用性の高いITツールとして広く適用～」(2008年度 NEC C&C システムユーザー会論文)
- 2) 石田 仁, 「携帯電話を活用した建設現場の管理システム」(2007年4月号 コンクリートテクノセメント新聞社)

【筆者紹介】

石田 仁 (いしだ ひとし)
五洋建設株式会社
技術研究所 土木技術開発部 耐震構造チーム
担当課長

