

(II-1)

データキャリアとパソコンによる重機管理の実例

Management of Construction Machinery by
Data-Carrier and Personal Computer.

西松建設㈱ 椋木 淳二
同 上 有吉 隆弥
同 上 田井治好美
同 上 飛田 真澄

By J. Mukugi, T. Ariyoshi, Y. Taiji, and M. Hida

建設工事の施工技術は建設機械の進歩により格段の合理化、省力化が行われてきた。一方、管理業務面では資材、労務などの事務的作業ではオフコン、パソコンの利用が進められているが、施工管理、機械管理情報の収集は、大半の現場では職員、オペレータの手作業（作業日報）に依存しているのが実情である。このため、管理業務の合理化、省力化を目的としてICカード、メモリーカード等のデータキャリアとパソコンを利用した重機械の管理システムを開発し、現場に導入して好結果を得ている。現場内を移動する建設機械はハードな作業条件下のため稼働状況をオンラインで記録したり収集することが困難であるため、データキャリアとパソコンを組み合わせた管理システムは今後ますます有効になるものと思われる。

【キーワード】重機管理システム、データキャリアとパソコン、省力化

1. はじめに

建設業界は技能工をはじめとした慢性的な人手不足や3K、5Kといわれているような依然として厳しい作業環境の改善のため、建設機械の自動化、ロボット化による作業の合理化に技術力の多くが注がれている。

このため、現場における施工技術は建設機械の進歩と相まって格段の省力化が達成されてきている。

しかしながら工事の管理業務面においては一般製造業がFA化を積極的に進めてるのに比べると合理化という観点からは大幅に立ち遅れている。特に施工管理、機械管理情報の収集はその大半が職員、オペレータの手作業（作業日報）に依存しているのが実情である。これらの情報の集計、整理は作

業終了後、若干職員の手によって行われ、このため職員本来の仕事である工事の指導、施工管理を行うよりこれらの管理業務に忙殺されるという事態も少なからず見受けられる。

建設機械や施工法の合理化とともに管理業務面での自動化が強く望まれている所以である。

そこで、近年急速に進歩したICカード、メモリーカード等のデータキャリアとパーソナルコンピュータに着目し、これらを利用した重機管理システムを構築し、施工現場に導入した。

この結果、稼働記録、作業日報等の作成などの管理業務面での合理化とともに管理内容の信頼性の向上、作業状況の把握のスピードアップによる施工管理への速かなフィードバックなどが可能となった。

2. 重機管理の問題点

機械化施工の進展により施工管理のためには重機の稼働情報の収集、分析が不可欠となっている。

その重機の稼働情報はオペレータによる手書き作

機 材 部	03-3502-7642
竜門ダム（出）	0968-27-1101
大松川ダム（出）	0182-53-2135
東関道市原（出）	0436-66-7001

業日報であり、その集計、整理、分析は職員による手作業がほとんどであり、一部に集計・整理のためにパソコンの表計算が利用されている程度である。この場合以下の点が問題とされていた。

- ①職員、オペレータにとって、現場での記帳、データの集計・整理、日報の作成という事務的作業はかなりの負担となる。
- ②現場での記入や日報の作成がすべて人手によって行われるため、記憶違い、記入ミスなどの人為的ミスが避けられない。
- ③担当者により情報の収集内容、程度にバラツキがあり、精度の違いが大きく、信頼性に乏しい場合がある。
- ④パソコンによる集計、整理のためには人手によるインプットが必要であり、この場合も人為的ミスが避けられない。
- ⑤月報など長期的なものは、改めて日報類のチェック、集計を手作業により行う必要があり、現実には有効な整理、集計、分析など不可能に近い。

このような問題点を解決するためには、重機情報の収集を極力人手を介さず機械的に行うことが必要となる。

収集した情報の伝達方法としては、パッチ系、リアルタイム系の2つがある。それぞれの特長を表-1に示す。

表-1 情報収集の伝達

収 集		伝 達	媒 体	特 長
従 来	手 作 業	パッチ	作 業 日 報	簿記量が少なく、データの信頼性が低い。情報が遅い。
			データキャリア	情報は速いが、データ容量は多く信頼性も高い。
自動システム	手作業+センサー等	リアルタイム	無線、赤外線 光通信など	パッチ系に比べ優れているが建設現場への適用には難あり。

リアルタイム方式については、

- ①工事現場は自然が相手のため、風雨・雪などの作業環境が厳しく、そのような場合情報伝達の信頼性に欠ける。
- ②重機の作業場所、即ち情報の発進源が工事の進

捗に伴い移動する。

- ③一般に工事現場と事務所は離れていることが多く、発進、受信のための特別の設備が必要となる。また、場合によっては許認可事項となり、官公庁への届出が必要となる。

……などの理由から建設工事現場向きではないと判断した。この結果、パッチ系のデータキャリアを利用した重機管理システムを構築した。

3. データキャリアを利用した重機管理システム

重機に搭載した車載装置から得る情報にはセンサー等の機器を介して全て自動的に記録されるものと作業内容などのようにオペの判断により手動で入力されるものがある。これらの記録を行う媒体としては、ICカード、メモリーカード等、電子的に行うものと磁気カード、磁気テープ等のように磁気で行うものがある。

今回採用した記録媒体を表-2に示す。

表-2 記録媒体比較

	ICカード	メモリーカード	磁気カード
記録容量	○(高価)	大	×
耐衝撃性	◎	◎	◎
耐振性	◎	○(接点数)	◎
信頼性	◎	○(電池)	○(摩滅)

建設現場で使用されるためには、振動に強く、風雨、ほこりなどの悪環境下での信頼性が高く、しかも作業員の持ち運びに便利な程度の大きさであることが要求される。

3-1 ICカードを利用したRCDダム重機稼働管理システム

本システムはRCDダムのコンクリート打設に使用される重機に稼働記録計を搭載し、各種センサー・スイッチ等により稼働状況(作業開始、終了時刻、実作業時間、作業内容、場所等)を収集し、この情報をICカードに入力し、作業終了後事務所のIC

カードリーダーに読み取らせ、インターフェースを介してその情報をパソコンのハードディスクに記憶させ、要求に応じてデータの編集・集計を行い必要な帳票類を出力するものである。

図-1 にシステムの構成を示す。

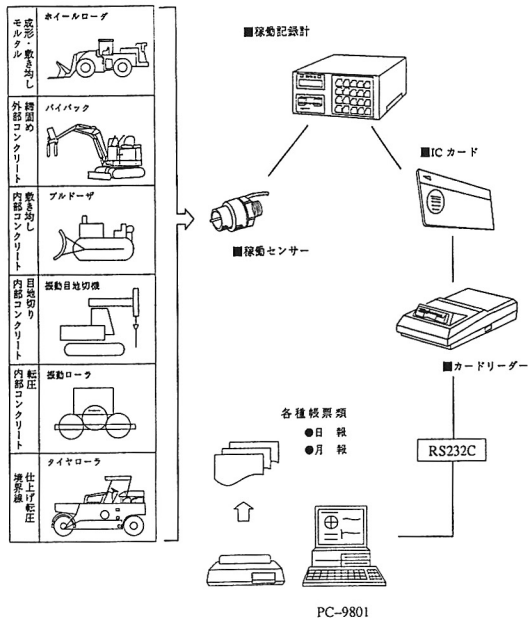


図-1 システムの構成

開発にあたり最も問題となったのは作業環境である。即ち、コンクリートの打設作業は屋外であり、重機にはキャビンのないものが多く、粉塵、モルタルなどの付着が生じ、作業完了後も屋外に仮置きされる。このため稼働記録計は、耐防水、耐粉塵仕様の取付けボックスに収納することにした。

また、機器の取付けにあたっては、コンクリートの転圧を行う振動ローラは起振力32,000kg、振幅2mmで、精密機器を取付けた前例もなく、自動センサ、稼働記録計が長期間にわたって正常な機能を維持し続けることができるかどうか不安であった。このため事前に当社の工場において振動ローラに稼働記録計を取付け、その耐振動性をテストした。

その結果、振動加速度20G（普通のブルドーザ、モーターグレーダの作業時で最大5～6G程度）、振動数4,000rpmに耐えうるブラケット、防振ゴムを設計、採用した。写真-1 参照。



写真-1

3-2 メモリーカードを利用したダンプ

ダム建設工事では、原石山から土捨場、骨材プラント間の運搬路の距離が長く、しかも道路が一車線のみと狭くカーブが多いため、途中約60ヶ所に待避離合場所を設けている。このため、離合待ちなどのロスタイムが多く、また、ダンプの平均速度も15km/Hr前後と当初計画よりも大幅に遅くなっていた。

ダンプトラックにはタコグラフが取付けてあるが走行内容を詳しく分析するには、チャートの読取りと運転手のヒアリングの突き合せが必要であり、実際には不可能に近い。そこでサイクルタイムの実績をとり、内容の分析を行うことになったが、離分回数、停止時間（秒時）を運転手に記録させることはできず、そのデータ集計、分析も手作業では難しいと考えられたため、本システムを開発・採用した。

このシステムはダンプトラックに走行センサを取り付け、車内にタイムレコーダ機能をもった状態記録計及びリーダーを搭載させ、メモリーカードにダンプの走行中の離合回数、待ち時間、走行距離・走行速度などのデータを自動的に収集する。

運転手は作業の開始前にメモリーカードを差し込み、作業に応じたスイッチ（原石山出発、捨場到着など）を押すだけで作業終了後、カードを事務所に持っていき、事務所のカードリーダー、パーソナルコンピュータにより日報、集計表などの必要な帳票類を作成するものである。

システムの構成を図-2 に示す。

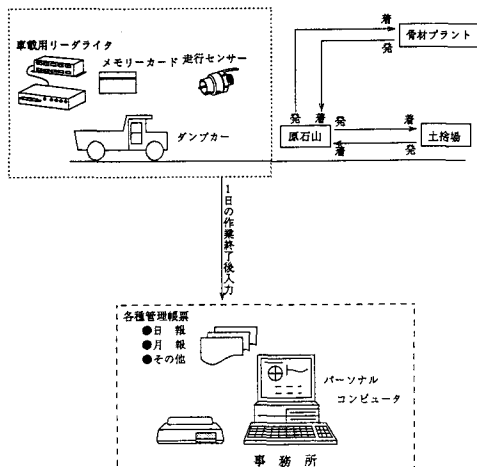


図-2 システム構成図

本システムで問題点となったのは停止回数と延停止時間であった。停止回数については、車軸に取り付けたセンサにより回転の止った時を停止とし、その回数を検出することにした。

停止時間は一般に離合待ちは1分以内であるため秒時単位で収集し、延停止時間も秒表示とした。また、低速走行(20km/Hr以下)の距離、時間も自動的に記録、分析できるようにした。表-1参照。

月 報 集 計 表														車番 全車両			
荷卸場 土捨て場 C																	
日付	運搬回数	走行距離 [km]		実車走行時間 [分]			荷卸時間分	空車走行時間 [分]			走行速度 [Km/h]			サイクルタイム分			
		実車	空車	走行	停止	計		走行	停止	計	停止を除く	停止を含む	積荷	実車 + 空車	計		

日 報 集 計 表														平成 04 年 05 月 13 日			
荷卸場 車番																	
運搬回数	積込時間分	実車走行時間 [分]			荷卸時間分	空車走行時間 [分]			走行速度 [Km/h]			サイクルタイム分					
		走行	停止	計		走行	停止	計	停止を除く	停止を含む	積荷	実車 + 空車	計				

場 所 別 日 報														平成 04 年 05 月 13 日			
場所 土捨て場 A																	
車番	運搬回数	走行距離 [km]		実車走行時間 [分]			荷卸時間分	空車走行時間 [分]			走行速度 [km/h]			サイクルタイム分			
		実車	空車	走行	停止	計		走行	停止	計	実車	空車	平均	積荷	実車 + 空車	計	

運 搬 台 数 表														平成 04 年 05 月 13 日			
車番 No.5																	
日付 時間		走行距離 [Km]	走行時間 [分]	停止回数 [秒]	休憩時間 [分]	ロス時間 [分]											
		(高速)	(高速)	(回数)													
カードセット		05/13 07:02	()														
原石山	着	05/13 07:10	2.6 (0.0)	8 (0.0)	8 (1)	0	0										
原石山	発	05/13 07:14	0.1 (0.0)	2 (0.0)	6 (1)	0	2										
骨材プラント	着	05/13 07:54	12.5 (0.0)	40 (9.3)	22 (5)	0	0										
骨材プラント	発	05/13 07:56	0.0 (0.0)	2 (0.0)	4 (1)	0	0										
原石山	着	05/13 08:50	12.3 (2.1)	44 (6.0)	55 (10)	0	0										
原石山	発	05/13 08:52	0.1 (0.0)	2 (0.0)	10 (1)	0	0										
土捨て場 A	着	05/13 09:12	4.8 (1.4)	20 (4.2)	35 (6)	0	0										
土捨て場 A	発	05/13 09:14	0.0 (0.0)	2 (0.0)	0 (0)	0	0										

表 - 1

表-1

3-3 磁気カードを利用したダンプ運行管理システム……ミスターマンボー

土木・建築工事にかかわらず、土を扱う工事において必ず発生するのは残土運搬である。

これまで、現場を出入りするダンプカーや廃棄物処理車の発着時間、運転回数、伝票の発行は、ガードマンが運行のたびに記録し、それを現場職員が作業終了時に手作業で集計・整理していた。大規模な土木現場では、運行する車両の数も多く、その作業自体が職員の長時間残業に一因ともなっていた。

また、現場での記入や日報の作成がすべて人手によって行われるため記憶違い、うっかりミスなどの人為的ミスが避けられなかった。

このような問題を解決し、現場職員を集計・整理等の事務的作業から解放し、職員本来の業務である施工管理に専念させるとともに、現場においてはマンボー取りの合理化、省力化を図ることを目的としてシステムを開発した。

本システムは、あらかじめ各ダンプに固有の磁気カードを発行し、事務所のパソコンには各々に応じたダンプの車番、氏名、業者名など現場に必要なデータを登録しておく。

運転手は、出入口に設置されたカードプリンターに磁気カードを差し込むと、受領伝票が自動的に出てくると同時に、ダンプカーの情報が事務所のパソコンに伝送され、リアルタイムに運転日報、車両別日報、月報などが作成できる。写真-2参照。

システムの構成を図-3に示す。



写真-2

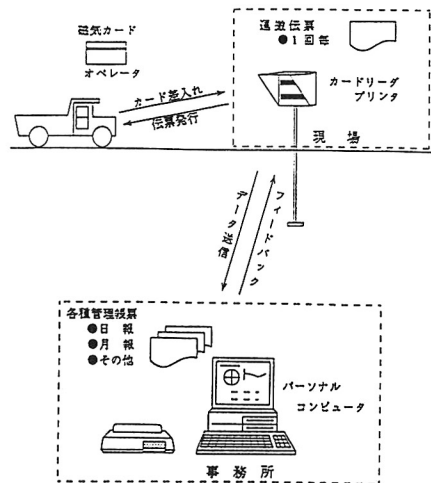


図-3 システム構成図

システムの開発にあたっては、リアルタイムに情報を得ることができるように、また、途中で捨場の変更などがあった場合、女子事務員でも簡単に行うことができるように対話方式を採用した。

4. 考 察

建設現場の管理業務の省力化のためにそれぞれ異なったデータキャリアとパソコンを組合せた管理システムを現場へ導入した。データキャリアを利用した重機管理システムの導入効果としては、①管理業務の合理化、②管理内容の信頼性の向上、③導入による副次的効果、が挙げられる。以下それぞれについて述べる。

- ① 管理業務の合理化；職員、作業員による現場での作業記録の収集、事務所における日報作成、集計作業が不要となった。

人手を介さずにデータキャリアとパソコンによる集計作業となったため、事務的作業の大幅な省力化、合理化とそれに付随してデータ収集時から帳票の出力までの時間がスピードアップされ、作成忘れ等がなくなった。

- ② 管理内容の信頼性の向上；人手によらない客観的なデータの収集となりデータの持つ信頼性が向上した。

すべてのデータはパソコンにより保存されるため、月次・年次等の集計やグラフ化などが容易であり、必要に応じてデータの取り出し、分析などがいつでも可能となり、迅速に施工へのフィードバックができ、収集データの有効利用ができる。

- ③ 導入による副次的効果；現場職員の事務的作業の負担が軽減し、施工管理・品質管理に専念できるようになった。稼働していない機械を含めたすべての機械の状況が把握でき、客観的な信頼性のあるデータがタイムリーに出力される

ため適切な処置が、素早く行えるようになった。特に、人の手によらない客観的なデータが迅速に手元に入るため、必要なアクションがタイムリーに取れるようになったことが大きな収穫である。

導入時に懸念されたシステムの耐久性、特に粉塵・風雨等については今のところトラブルは発生していない。特にRCDダム重機稼働管理システムは過酷な作業条件下で約2年にわたり、順調に使われてきた。写真－3参照



写真－3

このため、作業終了後は引き上げて機器の分解検査を行うとともにICカードの信頼検査を行い、今後の参考に供する予定である。

建設現場における磁気カード、メモリーカード、ICカードの使い分けについては、それぞれの現場条件によりケースバイケースで選択すべきであろう。

一般的には一枚のカードを同業他社や異業種間で共用する場合にはセキュリティ機能をもつICカードを情報量が多く、長時間使用する場合にはメモリー容量の大きいメモリーカードを、またオンライン処理が可能で情報量の少ない場合には安価な磁気カードが適しているといえる。いずれにしてもシステム全体の構築費用や運用コストを含めたトータルで考える必要がある。

5. おわりに

建設機械の大型化、省力化とともに管理業務面における合理化・省力化はさけて通ることのできない問題である。最近の大型工事においては、必要な情報数は数百から数千にものぼり、これを人の手で処理した場合の労力は膨大なものとなり、即時処理は不可能である。そうした中でメモリーカード、ICカード等のデータキャリアとパソコンを利用した現場管理は、非常に有効であり、今後益々身近になると思われる。これらの先進技術を効果的に利用することにより将来は機械の管理のみでなく、施工管理・品質管理をも含めた総合的な工事管理システムへと発展することが可能となろう。