

# 画像処理を利用したダンプトラック運行管理 システムの開発

—神戸複合産業団地粗造成及び土砂運搬工事（その2）—

藤村 光治・橋口 裕三・片島 正人

神戸複合産業団地粗造成及び土砂運搬工事（その2）は山を切開いてニュータウンを造成し、切取った土砂はベルトコンベヤで船積み栈橋まで輸送し、バージに船積みして海上輸送の後、海面を埋立てるという神戸市の開発事業の一環である。昭和39年より土砂運搬を開始し、37年間継続する長期プロジェクトである。

平成元年には大規模なベルトコンベヤ延伸工事を行い、総延長も15kmになり、造成地の土砂投入口から船積み栈橋までの輸送に約1時間を要する。また、平成13年3月には工事開始以来の総土砂運搬量累計が5億トン（2.78億m<sup>3</sup>）に達した。

従来、土砂投入口でのダンプトラック搬入土砂の工区、車両番号、投入回数の確認に、検収員による目視という方法をとっていたが、今回、画像処理技術を導入し、ダンプトラックに貼付した車両認識番号を自動的に認識、把握、集計するダンプトラック運行管理システムを開発した。

本報文は、このシステムの概要と運用及び導入による効果を報告する。

キーワード：車両運行管理システム、画像処理技術、文字認識、土砂運搬、重機土工

## 1. 工事概要

神戸複合産業団地において粗造成を行うと共に、関連工などの関連工事を行うものである。また、粗造成により発生する土砂は、神戸市貸与のベルトコンベヤを用い、船積み栈橋まで運搬するものである。

- ・工事名：神戸複合産業団地粗造成及び土砂運搬工事（その2）
- ・工事場所：神戸市西区押部谷町木津、木見及び学園西町4丁目
- ・工期：平成12年5月24日～平成15年3月31日
- ・発注者：神戸市港湾整備局
- ・施工者：熊谷・大林・大成特定建設工事共同企業体
- ・工事内容：  
粗造成土量

42,480,000 t (23,600,000 m<sup>3</sup>)

ベルトコンベヤ運搬土量

44,100,000 t (24,500,000 m<sup>3</sup>)

## 2. 画像処理による車両識別番号自動認識システム

### (1) 導入の経緯

神戸複合産業団地粗造成及び土砂運搬工事（その2）の現場では、常時約70台のダンプトラックが稼働し、12基ある土砂投入口に5,000回/日の投入が行われている。

従来は、各ダンプトラックに貼付された工区名を、投入口付近に設けられた検収員小屋から検収員が目視により確認を行っていたが、人為的ミス及び気象条件等に起因する読違いによる誤差があった。

そこで、投入ごとに画像データを保存し、必要が生じた場合再確認が可能なシステムで、かつ、各ダンプトラックに貼付された工区名を自動認識することで、検収員の省人化をはかるシステムの開発を行った。

(2) システムの概要

ダンプトラックの投入ごとに画像データを取込み、ダンプトラックに貼付してある車両識別番号の文字を画像処理により読取ること、ダンプトラックの稼働状況を把握するシステムであり、大別して

- ① ダンプトラックの画像データを保存、処理し、自動的に認識を行う現場システム、
- ② 認識結果を集計し帳票を作成、印刷する事務所システム、

で構成されている。

(a) 車両識別番号

各ダンプトラックに、業者名、ダンプトラック番号、工区を番号化した専用の車両識別番号を貼付する。車両識別番号は、アルファベットを含む4文字で構成され、1文字目は業者名、2～3文字目はダンプトラック番号、4文字目は工区を示す(図-1参照)。

1～3文字目はダンプトラック固有の記号で、ダンプトラックの積載トン数等の情報も関連づけられているため変更は不可能であるが、4文字目は施工工区により、ダンプトラック運転手が貼替える(写真-1参照)。

(b) 現場システム

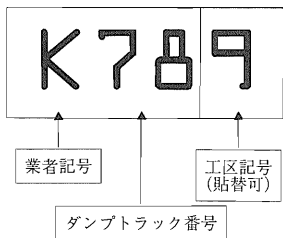


図-1 車両識別番号



写真-1 車両識別番号貼付状況

ダンプトラックが切羽で土砂を積載し、運搬してきて投入口に土砂を投入する際、投入口操作員の投入開始信号と連動して、各投入口に設置されたカメラで、車両識別番号をデジタル画像としてコンピュータに取込む(図-2参照)。

コンピュータに取込まれた画像を画像処理することにより、投入したダンプトラックの業者名、ダンプトラック番号、及び工区を自動認識する。

自動認識した結果と、画像を入手したカメラ位置から投入口を特定し、それらの情報を画像データと共にディスクに保存する。

1台のコンピュータにカメラは2台まで接続可能である。

図-2中のビデオはバックアップ用であり、なんらかの原因でコンピュータが停止したとき、ビデオテープから検収することも可能である。

(c) 事務所システム

各パソコンからディスクに保存された情報を、サーバにコピー、データベース化することで、各パソコンからダンプトラック毎、工区毎などの稼

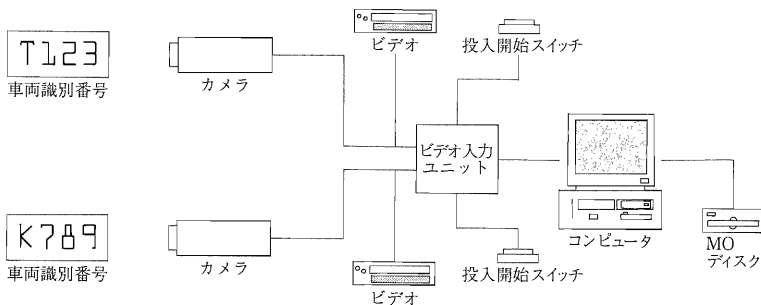


図-2 現場システム概要図

働状況を表示，出力することができる（図-3 参照）。

サーバには，稼働データと画像データが保存されるが，画像データは一定期間経過後，削除される。

(3) システムの運用

(a) システム運用方法

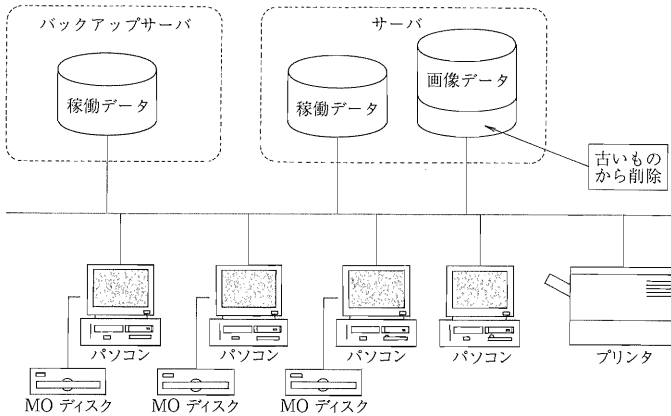


図-3 事務所システム概要図

投入口運転員は，投入口運転前に新しいディスクを挿入し，システムを起動する。

システム運転中，認識状況等はコンピュータの画面にリアルタイムで表示されている（写真-2 参照）。

運転終了後，運転員はシステムを停止，ディスクを取出し，ディスクをデータ処理のために事務所まで運ぶ。

事務所に運ばれたディスクは，事務所内のパソコンからサーバにコピー，データベース化する。自動認識できなかったデータは，画像データを見ながら手動修正し，帳票と修正したデータの根拠となる画像データを出力，印刷する（図-4，図-5，写真-4 参照）。

(b) 運用上の問題

現在このシステムは後述するように，十二分な実用レベルの認識率，正確度を確保して運用されているが，写真-3 に示すように車両識別

ダンプトラック日報																			
平成 13年 6月 日 (月)																			
工区		複合団地 A-1 工区						複合団地 A-2 工区						複合団地 B 工区					
投入口	車種	日 計		月 累 計		年 度 累 計		日 計		月 累 計		年 度 累 計		日 計		月 累 計		年 度 累 計	
		16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t	16 t	25 t
投入口別	F1	398		14633	120	20016	322											3651	3651
	F3			32														3659	3659
	計	398		014665	120	20016	322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3651	3659
稼働台数																			
工区		複合団地 C-1 工区						複合団地 C-2 工区											
投入口	車種	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t
投入口別	F1		398	30	18118	11254	35215	68542											
	F3			422	8645	25135	25154	15248											
	計	0	398	452	0	20703	36389	0	60369	83790	0	0	0	0	0	0	0	0	0
稼働台数																			
工区		その他 ( )						複合団地 仮置土											
投入口	車種	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t	10 t	16 t	25 t
投入口別	F1																		
	F3													5223	12012			7156	22541
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6779	19866	0	12370	35087
稼働台数																			
日ダンプ稼働数	複合団地 工区	車種	月 計	年度累計	車種	月 計	年度累計	日 計		月 計		年度累計							
		10 t						稼働台数 10 t											
		16 t	19	35				稼働台数 16 t	42	680	2515								
		25 t	19	35				稼働台数 25 t	31	554	1335								
備考																			

図-4 帳票出力例

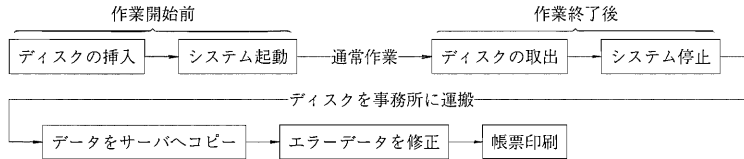


図-5 システム運用フロー

番号が完全に画像フレーム内に収まっていない、あるいは画像処理のエラー等の原因で、自動認識できないデータがある。

(c) 運用上の問題に対する対策

自動認識できなかったデータに対する対策は、現場システムにて自動認識率を向上させる方法と、事務所システムにて自動認識できなかったデータを手動入力にて修正する方法で対応している。

① 自動認識率の向上

自動認識できない主な原因は、取込んだ画像データの不良と、画像処理のエラーに大別できる。

画像データの不良には、カメラ本体の振動防止、画像取込みタイミングの調整等により改善を行っている。画像処理のエラーについては、二値化、車両識別番号のサーチ、文字認識アルゴリズムの改善を行っている。

現状での自動認識率は98%であり、残りの2%については、事務所システムにて修正する。

② 事務所システムでのデータ修正

自動認識できなかったデータでも、職員が保存されている画像で認識できるので、事務所システムは画像を見ながら容易にデータを修正できるシステムとなっている。また、何らかの要因で、認識できないデータが増加した場合でも、複数人で同時にデータを修正することができるので、短時間で完全なダンプトラック稼働データとすることができる。1日5,000台投入として、認識率が98%だった場合のエラーデータ修正時間を示す(表-1、写真-4参照)。

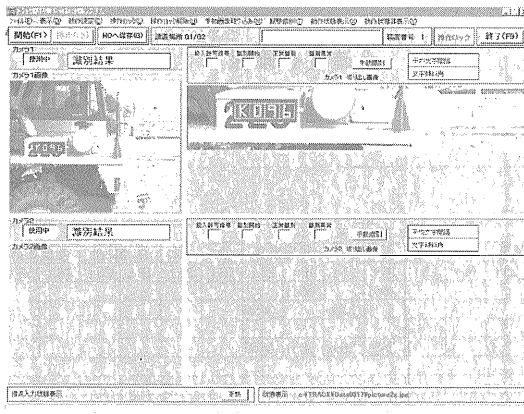


写真-2 現場コンピュータ認識画面



写真-3 画像データ不良 (プレートが完全に写っていない)

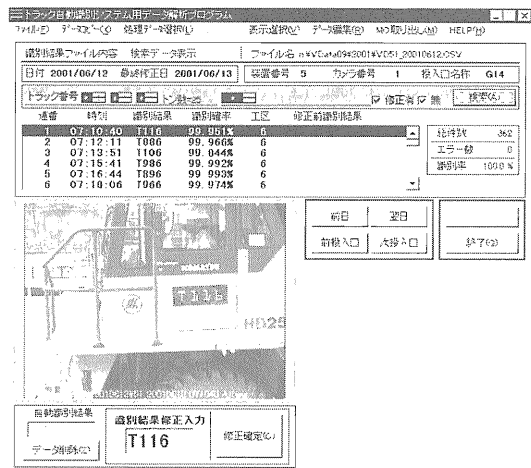


写真-4 エラーデータ修正画面

表-1 エラーデータ修正時間  
(エラー台数=5,000台×2%=100台)

データ修正を行った人数		
1人	3人	5人
10 min	3 min	2 min

### 3. 今後の課題

作業中、ダンプトラック稼働状況を確認しながら配車の変更等を行いたい、現在のシステムでは、現場作業終了後、各コンピュータのデータディスクを運搬、サーバへコピーしなければ確認できない。

解決案として各現場コンピュータと事務所サーバ間でデータ通信を行う方法が考えられるが、画像データを含んでいるため、データが非常に大きく、かなりの高速通信が要求される(図-6参照)。

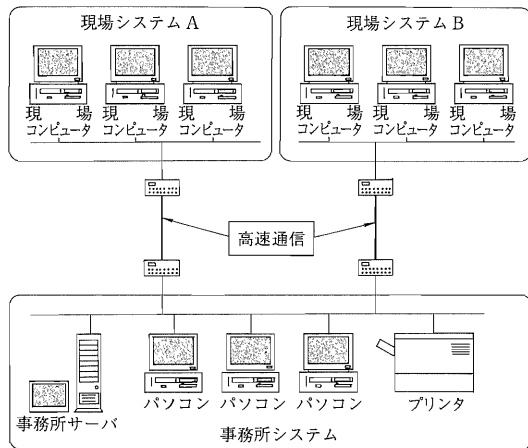


図-6 改善システム概要図(案)

高速通信回線が高価であるため現状では導入していないが、今後、高速信網の発達と共に低価格化が進めば、稼働状況をリアルタイムに確認することも可能である。

### 4. おわりに

現在、ダンプトラック運行管理システムは、ICカードを用いるもの、GPSを用いるもの等種々のタイプが開発されているが、本報文中で述べたシステムの最大の特徴は、画像が保存され、事後に

全てのデータの検証が可能であるという点である。当システムの特徴をまとめれば表-2のようになる。

表-2 画像処理によるダンプ運行管理システムの特徴

	項目	補足事項
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>稼働集計結果の根拠が保存され、事後に検証できる。</li> <li>ダンプトラック台数の追加が容易である。</li> <li>ダンプトラック追加時のシステムコストが安い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>投入ごとに画像データを保存するので、集計結果の確認ができる。</li> <li>各々のダンプトラックには、固有の記号が印刷されたプレートを貼るだけである。</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動認識率が98%で100%に達していない。</li> <li>事務所内にデータサーバを置かなければならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不認識データを手動で追加あるいは修正する必要がある。</li> <li>画像データを含んでいるため非常にデータが大きい。</li> </ul>

当システムの開発後は、担当者の労力的負担も大幅に軽減され、かつ、データ処理の省力化も進んだ、さらに投入回数を巡るトラブルも皆無になった。

当工事のような大規模造成工事では、膨大な重機土工データを正確かつ迅速に処理することを要求されるが、このシステムは当初期待した機能を十分に達成したと言える。今後はこのシステムの可能性を追求すると共に、他の分野に対しても応用、展開も検討したいと考えている。

最後に当システムの開発、導入に当たり、ご指導、ご協力いただいた関係者各位に厚くお礼申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】



藤村 光治(ふじむら みつはる)  
熊谷・大林・大成特定建設工事共同企業体  
須磨工事務所  
所長



橋口 裕三(はしぐち ゆうぞう)  
熊谷・大林・大成特定建設工事共同企業体  
須磨工事務所  
主任



片島 正人(かたしま まさと)  
熊谷・大林・大成特定建設工事共同企業体  
須磨工事務所