

# 建設の機械化

2002 MARCH No.625 J<sub>C</sub>MA

3

●ITと建設の機械化特集●

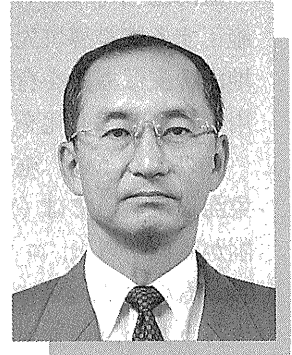


CAT®304CRニューショベルクレーン 新キャタピラー三菱株式会社

**巻頭言**

## 新幹線における建設の機械化

金 澤 博



建設工事にかかわる者にとって、工事事故の防止と建設コストの削減は、永遠の課題である。この終わりのない課題に対して「建設の機械化」が果たす役割は極めて大きいものがある。ここでは、機械化と関連して、新幹線工事における死亡者数とコスト削減について述べてみたい。

今から40年近く前、昭和39年に開業した東海道新幹線では、工事延長515 kmに対して204人の方が事故のために亡くなった。これは、2.5 kmに1人の割合である。また、20年前の昭和57年に開業した東北、上越新幹線（合計740 km）の工事では、東海道の2分の1にあたる5 kmに1人の割合にまで死亡事故が減少した。

平成9年に開業した北陸新幹線の高崎・長野間（以下、「長野」と呼ぶ）120 kmや、平成14年12月に完成が予定されている東北新幹線の盛岡・八戸間97 kmの工事では死亡者数が激減し、23~24 kmに1人になった。さらに、平成15年末に完成予定の九州新幹線、新八代・西鹿児島間127 kmでは、いまのところ63 kmに1人であり、東海道の2.5 kmと比べて25分の1にまで減少している。

もとより、安全設備の充実と安全教育の徹底など、事故防止のために関係者が費やした努力は大いに評価されなければならない。しかし、建設キロ当たり死亡者数が40年前の25分の1にまで激減した要因として、建設の機械化がまず第一に挙げられることは疑いがない。また、事故の減少だけにとどまらず、作業環境の向上や作業員の健康確保のために、「機械化」が果たす役割は計り知れないものがあるだろう。

次に、建設コスト削減の例として、東海道と長野のトンネル工事を比べてみよう。東海道のトンネル工事費のうち、現場経費などを除いた純工事費を算出し、それを長野完成時の平成8年価格に換算すると、230万円/mとなる。一方、長野のトンネル工事費は99万円/mであるので、長野は東海道の43%にまで削減されたことになる。

これは、工事の機械化によって労務費が著しく減少したことが主因として挙げられる。当時の積算要領などから労務費を算出すると、東海道ではトンネル1 m当り58

人の作業員が計上されていた。それに対して長野はわずか8人であり、実に1m当り50人分もの手作業が不要になったか、あるいは機械力に置き換わった。

東海道当時のトンネル工法は、切羽やコンクリート打設個所をいくつにも分割して施工する底設導坑先進上部半断面工法が主流だった。これが長野では、「トンネル周辺地山の支保機能を有効に活用する」というコンセプトに基づく NATM 工法の全面採用へと劇的な変化を遂げた。

この大変革は、施工面で言えば作業手順の簡素化ということに尽きる。すなわち、東海道においては（実は東北・上越まで続いたが）、一つのトンネル現場において、掘削が4個所以上、コンクリート打設も4個所以上あり、作業管理が極めて複雑だった。しかも狭い坑道内で蓄電池機関車により、資機材の搬入・搬出や掘削土の運搬を同時に行うため、作業の手待ち時間が生じることもよくあった。また、本体工事と平行して保線工事などの余分な作業も余儀なくされ、工程管理ははなはだ困難なものだった。

一方、長野では、掘削個所が全断面またはショートベンチの1ないし2、コンクリート打設個所はアーチ、インバートの2個所というすっきりしたものになった。また、資機材や掘削土の運搬は、機動性に優れたタイヤ方式になった。

トンネル工事にかかわる多くの技術者により、トンネルの設計・施工法の技術開発が精力的に推進された結果、このような大きなコスト削減がもたらされたことは確かである。しかし、現地の状況に適合した高性能機械の導入による「建設の機械化」というバックアップなしに、この画期的な技術開発の成就是考えられない。

整備新幹線は現在、東北、北陸、九州の3線合計630kmが工事中であり、これまでの進捗はまだ4割にも達していない。また、北海道新幹線などの未着工の区間もある。限られた財源の中で、いかに建設コストの削減を図るかが、今後の新幹線プロジェクトを大きく左右する命題である。

新幹線の建設費のうち、3分の2は土木インフラストラクチャの費用であり、さらにそのうちの50%以上がトンネル費である。したがって、土木工事、とりわけトンネル工事の技術開発によるコスト削減が、今後の新幹線整備の推進に極めて大きな役割を果たす。

社団法人日本建設機械化協会のご功績に対し深く感謝するとともに、事故防止とコスト削減を目指し、「建設の機械化」のさらなる成果に大いに期待し、関係各位のますますのご活躍をお願いする次第である。

## 特集 IT と建設の機械化

## IT と建設施工

## —Precision Construction の試み—

建山 和由

Precision Construction（精密施工）とは、一般土工事、トンネル工事等地盤を対象とする土木工事において、地盤特性に関する綿密な調査を通じ地盤特性の空間的な分布に関する詳細な情報を把握したうえで、施工方法と施工機械の選定、工程計画の策定、廃棄土処分方法の決定等のためのプロセスの最適化を図ろうとする概念である。この技術により施工コスト縮減や環境負荷の低減を図ることが出来る。本報文では、その概念の紹介と大規模採土工事に取入れた実例を紹介する。

キーワード：土工、精密施工（Precision Construction）、採土、コスト縮減、マッピング技術、IT

## 1. はじめに

IT, Information Technology という言葉が注目を集めたのはここ数年のことである。にもかかわらず、この言葉はすでに使い古されたという感を受けるほど社会の中に浸透している。おかげで、我々は、膨大かつ様々な情報をいとも簡単に入手することができるようになった。反面、多様で大量の情報を得たがために、考慮すべき条件や選択肢が増えて、結果として様々な局面で判断に困難さを感じるケースが多くなった。情報は集めるだけでは意味がなく、有効に利用して始めてその価値が評価されることは言うまでもない。IT 技術には、情報の収集、伝達・交換のみならず、その有効利用までをも含めた総合的な技術としての発展が期待される。

この考え方にたって、現在の日本の IT 技術を概観すると、情報の収集やその交換手段に重点が置かれているように感じられる。今後は大量・多様な情報を有効利用する仕組み作りに力を注ぐことが求められるであろう。

本報文の主題である「IT と建設施工」が意味するように、建設施工の分野でも IT 技術は様々な局面で積極的に取入れられている。それらの多くは、やはり情報の収集とその伝達・交換に関する技術が多いようである。しかしながら、得られた情報を施工の合理化や改善に最大限利用する技術開発や仕組み作りも試みられている。紙面の都合でそれらの全てを紹介することはできないが、ここでは、作業対象である地盤情報や関連する施工条件を詳細に把握し、それを最大限有効利用することにより施工の最適化をはかる Precision Construction なる技術について紹介する。

## 2. Precision Farming から Precision Construction へ

農業の分野では数年前から Precision Farming（精密農法）と呼ばれる手法が注目を集めている。Precision Farming とは、農作物の耕作対象エリア内の土壌特性（栄養塩類、水分、土質等）や作物生育・収量及び病害虫などを詳細に検知し、その分布状況に応じて肥料や農薬などの空間的な散

布量を厳密に制御することにより、必要最小限の入力で所定の収穫を得ようとする手法である。この手法を用いると、環境に対する負荷を最小限に押さえることができ、21世紀の新しい農業として期待されている<sup>1)</sup>。

この農法では、実現に向けて以下に示す3つの要素技術に関する研究開発が行われている。

### (1) 圃場マッピング技術

広い圃場内の各位置における土壌の状態を特定するマッピング技術は Precision Farming の記憶装置といえる。この技術は、正確な位置情報(ポジショニング)に土壌の肥沃性や雑草、病害虫の発生等に関する情報を結合させて圃場マップを作成するものである。

### (2) 可変作業技術

圃場マップで特定された圃場内の各位置における土壌情報に基づき、地点毎に不足している肥料や水の所定量をピンポイントで散布する技術である。

### (3) 意志決定支援システム

圃場マップの情報に基づき、可変作業の内容やスケジュールを決定するアルゴリズムを支援する技術である。必ずしもコンピューターが自動的に最適解を出してくれるというものでもなく、農業者自身が最終的な判断を行う場合も含めた技術である。

図-1 は、Precision Farming の目指すところ

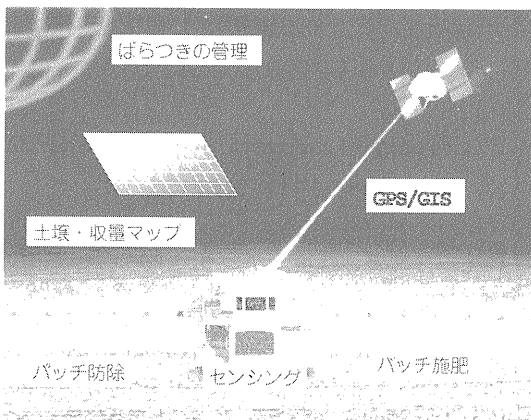


図-1 Precision Farming の概念<sup>1)</sup>

を示したイメージ図である。現在、このイメージを実現すべく、前述の各技術に関する研究開発が積極的に進められている。例えば圃場マッピング技術では、可視光および近赤外線光を利用し、土の光反射スペクトルを分析することにより、土中の水分、有機物含有量、硝酸態窒素、EC、pH等を把握する技術の開発が進められている。これは、土中光センサともいえるものであり、15~40cm程度の深さの土中の土壌情報をリアルタイムで収集することができる<sup>2)</sup>。このセンサを搭載した農業機械とGPS技術を組み合わせれば、精密な圃場マップを作成することができる。

Precision Construction (精密施工)とは土木の施工分野に Precision Farming の考えを導入しようとする試みである。すなわち、一般土工、トンネル工事、開削工事を始めとする地盤を対象とする土木工事において、綿密な調査を通じ地盤特性の空間的な分布や施工条件に関する詳細な情報を把握したうえで、施工方法と施工機械の選定、工程計画の策定、廃棄土処分方法の決定等のプロセスの最適化を図ろうとする技術である。最適化の評価関数としては目的に応じて選択することができ、経済性を採用すれば最小コストによる施工の合理化に、また入力エネルギーを評価関数として近年注目されているライフサイクルアセスメントとリンクさせれば、環境負荷軽減の最適化問題とすることができる。

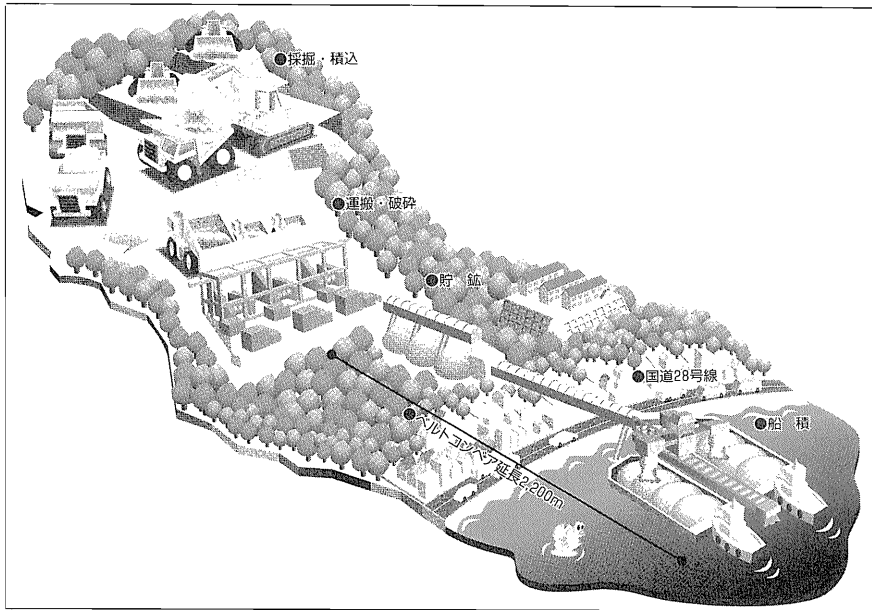
Precision Construction という語句や概念はまだ一般に認知されているわけではないが、すでにそれに向けた取組みは始められている。本報文では、大規模土工における Precision Construction の取組みを紹介する。

## 3. 大規模土工における Precision Construction の取組み

図-2 は、今回紹介する土工現場の作業内容のイメージ図である。

この現場は、主に関西国際空港建設用の採土を行っている現場であり、地山の掘削、集土、運搬、破碎、栈橋からの積出しという一連の作業を連続的に行っている。

山側の採土地では発破、もしくは油圧ショベル



図一2 採土現場の作業概要<sup>3)</sup>

により地山が掘削される。掘削された土や岩は、ブルドーザで集められた後、油圧ショベルもしくはホイールローダで重ダンプトラックに積込まれ、採土場下端にある破碎機まで運ばれる。破碎機では、岩塊は200 mm以下の土砂にまで破碎され、ベルトコンベアでストックヤードまで運ばれる。ストックヤードの床には土砂の引出し口があり、ここから引出された土砂はベルトコンベアで積出し棧橋まで運ばれ、土運船に積込まれる。

この現場では、関西空港第1期工事の埋立て開始から採土を始め、第2期工事の埋立てが進められている現在、採土の最盛期を迎えている。

表一は現在、この現場で使用されている主な建設機械の種類と台数である。第1期工事開始当初から比べ、機械の大型化とその効率的な利用がはかられており、現在では積込み機械4台とダンプトラック10台を用い、最大4セット（（積込み機械1台+重ダンプトラック2~4台）×4）で、時間あたり7,000 t（4,000 m<sup>3</sup>）以上の採土を行うこ

表一 使用建設機械の一覧

種類	使用機械
掘削・積込み機械	油圧ショベル 2台（バケット容量12 m <sup>3</sup> 級）
積込み機械	ホイールローダ 2台（バケット容量10, 13 m <sup>3</sup> 級）
集土機械	ブルドーザ 4台（重量95 t級）
運搬機械	ダンプトラック 10台（重量91 t級）
破碎機	ジョークラッシャ 3基（最大840 t/h/台）

とができる。

この施工において、採土のためのセット数と各セットにおける機械の配備計画を固定すると、施工計画を立てる工程は簡便になるが、採土において所定の土量より過不足を生じたり、あるいは必要以上の機械やエネルギーを投入することになる。このため、この現場では、所定の採土量を得ることができ、かつ機械の投入量が最小となるよう配備計画を立てている。以下、ここで行われている施工計画の最適化に必要な技術のうちの主なものを紹介する。

### （1）3次元空間における地盤特性の把握とそのデータベース化

一般に、採土作業の作業効率、掘削・積込み機械の能力、運搬機械の能力と運搬距離とともに、地山の特性によっても影響を受ける。特に地山を構成する地質は掘削作業の効率にとって支配的な影響要因であり、綿密な施工計画を立てるのであれば、詳細な地質情報を事前に調べておく必要がある。

そこで、この現場では、最新の弾性波探査技術、過去の地質情報、地表面踏査で得られた地質情報等から10 mメッシュで地下150 mまでの地質データベースを構築している（図一3参照）。このデータベースは、発破のための削孔や実際に掘削

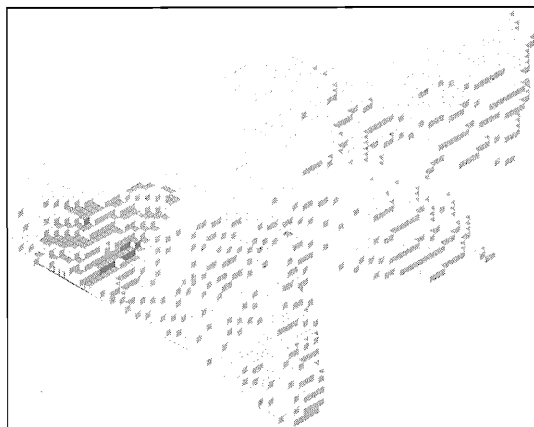


図-3 地質データベース

を行ったときに観察された地質情報を用いて随時更新されている<sup>4)</sup>。

### (2) 地質情報を利用した採土計画の最適化

この現場では、発破で掘削した岩塊を破碎するために3機のクラッシャを用いている。しかしながら、クラッシャの破碎能力は最大で時間当たり約2,500 tであるため、3~4箇所の採土場から出てくる掘削土がすべて岩塊であると、クラッシャの処理能力が不足することになる。このため、この現場では、地質情報のデータベースを利用して、土と岩をバランスさせながら採土できるよう、採土場の組み合わせを決定している。さらに発破による採土場では、所定の日出荷量・日クラッシング限度量を経済的かつ合理的に満足するよう発破パターンの最適化をはかっている。

### (3) 機械の作業能力の正確な把握

施工計画を立てるうえで、各機械の作業能力を正確に見積もる必要がある。一般に機械の作業能力は、機械諸元とともに現場の地形や地質によっても異なる。この現場では、ICカードを用いた機械の作業状況管理や目視によるサイクルタイム等の正確な計測を通じ、機械の作業能力の算定と施工計画の策定を行う際に必要となる基礎データの収集と更新を行っている。

### (4) 機械の配備計画の最適化

地質に関する3次元データベース、各機械の正確な作業能力に関するデータを用いて集土機械

表-2 Precision Construction の効果

	1 m <sup>3</sup> 当たりの採土コスト	1 m <sup>3</sup> 当たりの燃料消費量
従来工法	100	100
Precision Construction	63	79

(ブルドーザ)、積込み機械(パワーショベルとホイールローダ)、運搬機械(大型ダンプトラック)の適正配置を求め、これに従い作業を行っている。ここでは、現場内の複数の採土場に、積込み機械1台+運搬機械2~4台を一組とする機械セットを配置するが、個々の機械の作業能力は、機械特性やオペレータの技量等によって異なり、また、複数の採土場は場所により破碎機までの距離や道路勾配、地質が異なる。この現場では、これらの諸要因から、所定の採土量を確保することができ、かつ投入する機械台数を最小化することのできる施工計画の作成システムの構築を図っている。

表-2は、Precision Construction の効果を表したものである。この表は、関西空港の1期工事の際に用いられていた機械と施工法を用いる場合(従来工法と呼ぶ)を基準とし、1 m<sup>3</sup>の土を採土するのに要するコストと重機の燃料を従来工法と現在行っている Precision Construction で比較した結果である。ただし、採土コストの算出においては物価の変動等を考慮する必要があるため、従来工法については現在における推定値を求め、これを100として Precision Construction の実績値を比較している。また、燃料消費量については、従来工法を用いていた1期工事時(昭和63年10月~平成2年3月)の平均値を基準とし、現在(平成12年1月~平成13年3月)における平均値を比較している。

この表より明らかなように、Precision Construction の採用により採土コストで37%、燃料消費量で21%の軽減がなされていることがわかる。

## 4. おわりに

Precision Farming に倣い Precision Construction なる概念を提案し、その実現に向けた試みについて紹介した。地質やその他の情報を施工に反

映させて合理化を図るという考え方は情報化施工という呼び名で以前より認識されていた。

Precision Construction が情報化施工と大きく異なる点は、施工を精密に行えば、環境負荷の軽減に寄与することができるという方向性を導入したところにある。環境負荷に関する関心が深まる中、建設業を始め、あらゆる業種でCO<sub>2</sub>の削減に対する施策の実施が求められる。Precision Construction はそのための有力なツールとなることを期待する。

本報文をまとめるにあたり、Precision Farmingに関する情報は東京農工大学の澁澤栄氏から、また、採土現場に関する情報は、ハザマ・三菱建設共同企業体から提供を受けた。記して謝意を表す。

J C M A

#### 【参考文献】

- 1) 澁澤栄：精密ほ場管理とテラメカニクス，テラメカニクス，第18号，pp.107-112，1998年5月
- 2) 澁澤栄：精密農法の現状と展望，今月の農業，2000年10月号
- 3) 大前，沖，澤：現場内ネットワークを用いた大規模重機土工の施工管理，建設の機械化，pp.23-28，2000年12月号
- 4) 山田，須田，小野：大規模土工における採土場管理のシステム化，土木学会第54回年次学術講演会概要集，1999年9月

#### 【筆者紹介】

建山 和由（たてやま かずよし）  
 京都大学大学院工学研究科  
 都市土木システム工学専攻  
 助教授  
 工学博士



//大幅改訂//

## 建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」(環境庁告示)が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

#### ■掲載内容：

- 総論 (建設工事と公害，現行法令，調査・予測と対策の基本，現地調査)
- 各論 (土木，コンクリート工，シールド・推進工，運搬工，舗装工，地盤処理工，岩石掘削工，鋼構造物工，仮設工，基礎工，構造物とりこわし工，定置機械(空気圧縮機，動発電機)，土留工，トンネル工)
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程，建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法，建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説，環境騒音の表示・測定方法(JIS Z 8731)，振動レベル測定方法(JIS Z 8735)

■体 裁：B5判，約340頁，表紙上製

■定 価：会 員 5,880円(本体5,600円) 送料 600円

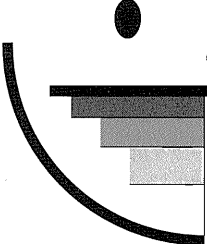
非会員 6,300円(本体6,000円) 送料 600円

・「会員」本協会の本部，支部全員及び官公庁，学校等公的機関

・申込先 **社団法人 日本建設機械化協会**

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289





## 特集 IT と建設の機械化

# 情報化施工の推進

久保 和幸

情報化施工とは、建設の施工段階で扱う情報を、設計から維持管理に至るトータルのプロセスにわたって利活用し、全体的な生産プロセスを合理化する技術である。建設施工の各段階で途切れていた位置データなどの情報を電子データとして連結・共有化することにより、施工プロセスを大幅に合理化するとともに、施工時に得られる情報をGISデータの整備に利用するなど全体的な生産プロセスを合理化することを目的としている。情報化施工の推進に際しては、トータルのプロセスにおけるデータの連結をよりスムーズにするため、また、より合理的な技術開発を行うための基盤となる共通のプラットフォームを構築する必要がある。ここでは、平成13年に発表された情報化施工のビジョンを基に、情報化施工の概要や普及に向けた課題を示すとともに、共通プラットフォームの確立に向けた取組みについて紹介する。

キーワード：土工、舗装工、情報化施工、情報、データ

## 1. はじめに

機械施工・品質管理・監督検査等の各段階で扱われる施工情報は、従来、それぞれの段階で途切れ途切れに利用されていることが多い。例えば土工工事においては、まず、紙ベースの竣工図を基に現地で測量を行い、所定の最終出来形を得るために丁張り等を行う。このような場合、設計時の竣工図が3次元のCADにより作成された電子データであり、ほとんど加工せずに施工に利用できるようになれば、全体のプロセスは大幅に合理化されるはずである。

こうした手間を省略するなどのために、施工データを施工プロセス全体において流通させ、施工全体を効率化し、コスト削減や品質の向上を図ろうというのが、情報化施工のそもそもの目的である。最近ではITの名の下に電子情報の価値が飛躍的に高まってきていることもあり、施工段階のみならず、設計から維持管理に至るトータルの

プロセスにわたってこれらの情報を利活用することにより全体的な生産プロセスを合理化する技術として、情報化施工をより広範な定義で捉えることとした。

## 2. 情報化施工の概要

情報化施工のイメージを図-1に示す。情報化施工で流通する情報は、まず設計段階で発注者より電子データとして受注者に渡され、受注者は適宜この情報を加工して施工に活用する。施工段階ではローラの位置情報などにに基づき施工と同時に得られる出来形データを設計データと照合することにより品質管理を行うとともに、監督検査用のデータとして発注者に提出することにより従来監督検査用に新たに作成していたデータの作成の手間を省略する。

図-1のイメージでは主に施工現場における情報の利活用に焦点を当てているが、CALS/ECとの連携による受発注者間のデータ交換の効率化

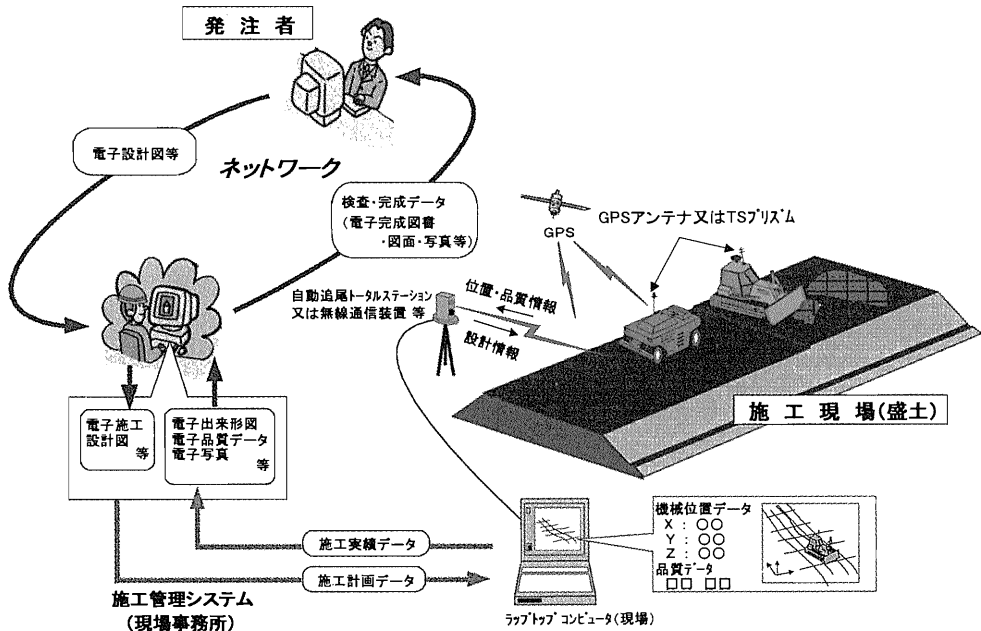


図-1 情報化施工のイメージ

や、例えば施工の最終成果物である路面の形状データを基に GIS データを作成するなど、施工以外の分野にデータ活用の場を広げることにより、全体の工程を合理化することができる。

### 3. 情報化施工の効果

情報化施工により施工プロセスが合理化される

イメージを示したものが図-2である。この例では、詳細設計段階で作成された3次元位置データを施工プロセス全体で共有することにより、従来行われていた現地での測量の手間を大幅に省略できるイメージを示している。

「情報化施工のビジョン—21世紀の建設現場を支える情報化施工—」(情報化施工促進検討委員会委員長：大林成行東京理科大学教授，平成13

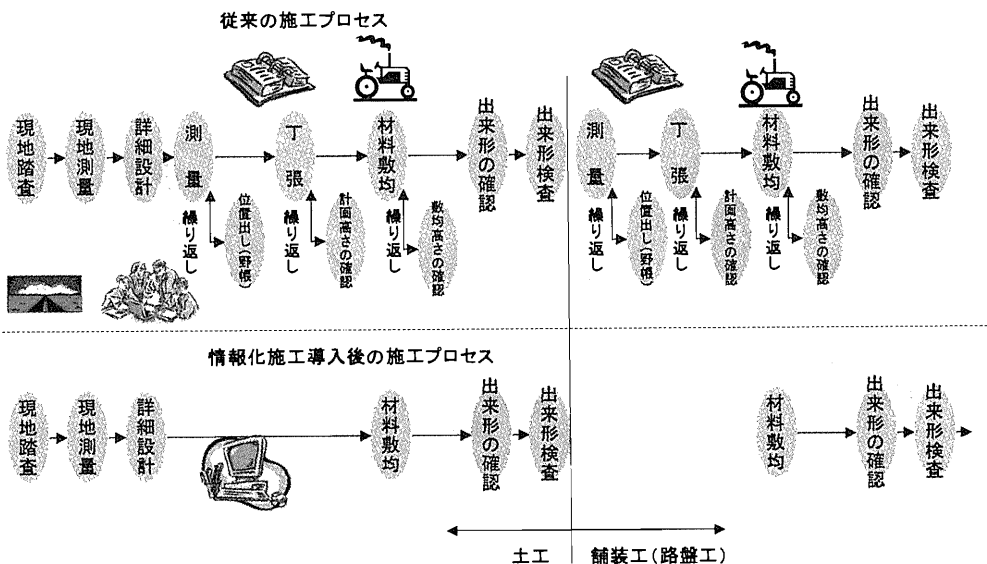


図-2 情報化施工による施工プロセスの合理化のイメージ

年3月)では、施工延長が、2,500 m、車道部幅員が16.5 mのモデル工事(土工及び舗装工)を想定し、設計から検査までの施工プロセス全体で電子データが共有され、この電子データに基づき丁張りなどの作業を省略するとともに建設機械の制御まで実施すると仮定した場合、施工コストで3%、工期で10~20%の縮減効果があると試算している。

施工に係る直接的な効果としてはこのほか、

- ・現場作業員の省人化などによる安全性の向上
- ・連続的かつ面的な品質管理による品質の均一化、信頼性の確保
- ・作業効率の向上に伴う排ガスや騒音などの環境負荷の低減

等が期待される。また、情報化施工の普及による副次的な効果として、建設産業や関連産業において情報化技術による合理的な生産システムを活用することにより、技術集約的産業へ、そしてより魅力的な産業へと変革していくことが期待される。

こうした施工に係る直接的な効果とは別に、GISデータの作成費用の削減などの間接的な効果も期待されている。現在、GISデータを作成する一般的な手法としては航空写真測量と地上での詳細測量を併用しているが、情報化施工で得られる路面形状データを基に作成すればその費用は1/10程度にまで抑えられることが期待されている。図-3に施工現場での電子データの活用イメージを示す。

ここで示したイメージでは、設計データが電子

化され、施工現場に実物大の設計図を仮想的に再現し、建設機械は自らの位置を自動追尾トータルステーション等を利用して検知しつつ、実物大の設計図を照合しながら適切に施工することができる。また、施工中に建設機械に蓄積された位置データ等の施工情報を施工管理データとして利用するとともに、次の工程に引き継ぐことにより、よりスムーズな施工が可能となる。

#### 4. 情報化施工の今後の展開

前述した「情報化施工のビジョン」では、情報化施工の促進に向けた基本方針として以下の6つを挙げている。

- ① 情報化施工に係わる技術規格の標準化の推進
- ② 情報化施工に対応した発注環境の整備
- ③ 情報化施工に係わる技術普及へのインセンティブ
- ④ 情報化施工技術の制約となる規制等の検討
- ⑤ 情報化施工に対応した人材育成の推進
- ⑥ 横断的技術開発体制の確立

国土交通省ではこれらの基本方針のうち、特に情報化施工の普及・推進のために重要な項目として①の技術規格の標準化を取り上げ、図-4に示すように、情報化施工の範囲だけでなく、CALIS/ECやGIS、ITSなどの情報技術を活用している他の分野との連携を図るための共通のプラットフォームの構築を目指している。

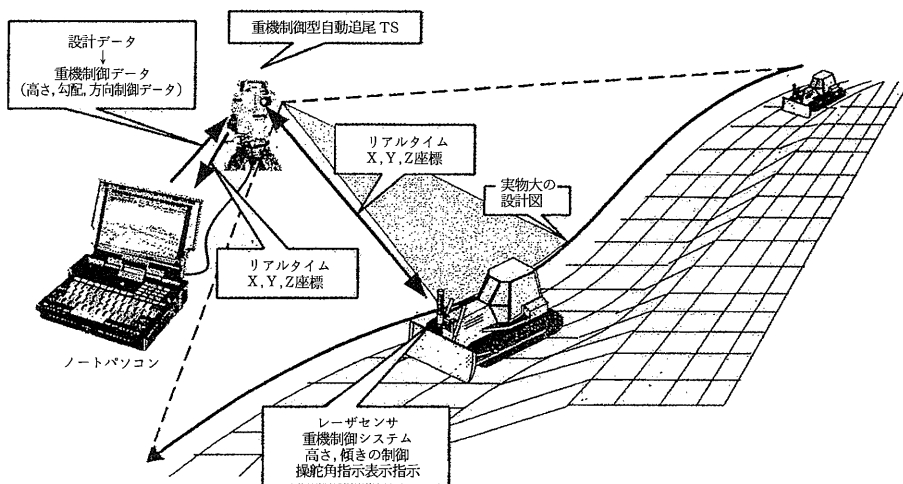


図-3 施工現場での電子データの活用イメージ

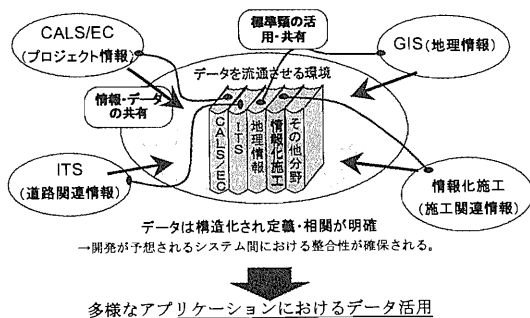


図-4 他分野とのデータの共有のイメージ

図-4では、CALS/ECにおけるプロジェクト情報、GISにおける地理情報、ITSにおける道路関連情報、情報化施工における施工関連情報が互いに連携し、他分野での成果を相互に活用することにより、流通する情報の価値を高めることができることを概念的に示している。

## 5. 共通プラットフォームの構築

### (1) 共通プラットフォームの重要性

図-4に示すデータの相互利用を実現するためには、データを構造化し、個々のデータの定義や他のデータとの相関関係が明確になっていなければならない。こうしたデータのやりとりに必要な共通の環境をここでは共通プラットフォームと呼んでおり、共通プラットフォームの構築が情報化施工の普及・推進の鍵となっている。

共通プラットフォームの重要性を示す一例として、パソコンのウィンドウズ(Windows)が挙げられる。かつては、A社製のソフトウェアで作成された図をB社製のワープロソフトに張り付けようとした場合、専用の変換ソフトが必要となるなど、データを相互に利用するためにはいくつもの障害があったが、ウィンドウズの登場により、異なるソフトウェア間でのデータ交換は促進され、いまではウィンドウズ無しで資料などを作成することはもはや想像できないほどである。

### (2) 共通プラットフォームの概要

共通プラットフォームの位置付けを図-5に示す。ここでは土工及び舗装工において設計から維持までに存在する工程、プラットフォーム構築により実現するサービス群、情報化施工を支えるデータ基盤、ソフト的な基盤、ハード的な基盤の関連を概念的に示している。(1)節でも述べたように共通プラットフォームはデータのやりとりに必要な共通の環境を指しており、3次元位置データなどの共有すべきデータをそれぞれの段階で利活用できるようにするものが共通プラットフォームである。

ここで示すソフト的な基盤やハード的な基盤は技術の進歩により将来的には変わりうるが、例えば3次元位置データの座標系をどのように定義するのか、どのようなデータ構造で共有するのか、どの程度の精度で共有するのか、といったデータの定義に関わる部分が普遍的な共通のプラットフォームと言える。

### (3) 国際標準化の動き

情報化施工に関する技術開発は米国やフランスなど海外の複数の国でも行われており、対象とな

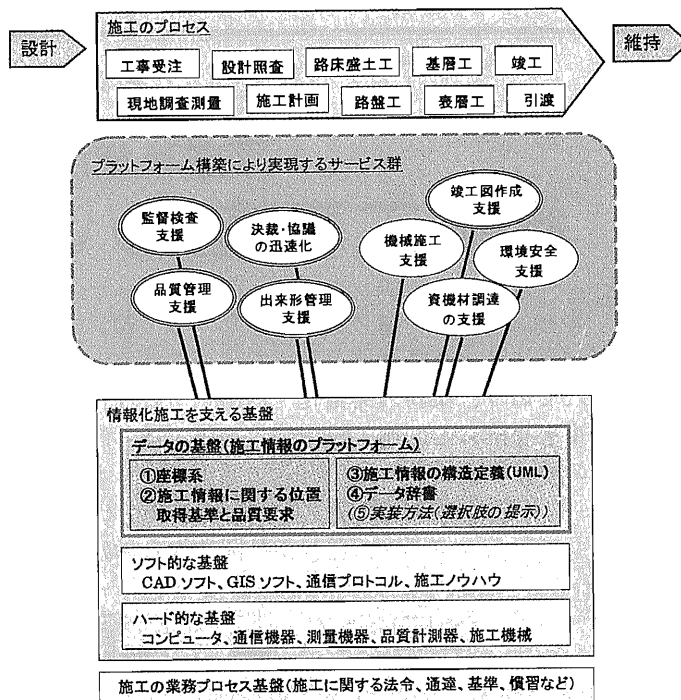


図-5 共通プラットフォームの位置付け

る分野も建設施工だけでなく、鉱山や農業など多岐にわたっている。これら諸外国、他分野においても情報化施工における技術開発及び情報交換に必要な共通のプラットフォームの構築が進められており、これらを総括する国際的な標準の構築に向けた作業がISO（国際標準化機構）において進行中である。これは一昨年（2000年）10月に開催されたISO/TC 127（土工機械）において、日本から提案した活動であり、TC 127の中にWG 2として組織され、提案国である日本がコンビーナ（議長）と事務局を務めている。また、国内でのバックアップ体制としては、WG 2の事務局を務める社団法人日本建設機械化協会に学識経験者、建設会社、建設機械メーカー、測量・計測機器メーカーが参加した委員会を設置している。

今や我が国の建設機械は世界中に輸出されており、こうした世界規模の市場を想定した場合、国際標準の構築における我が国の役割は非常に重要であり、ISOにおける標準化の作業の中での我が国のリーダーシップが期待される場所である。

## 6. おわりに

情報化施工は建設施工分野におけるIT化であり、その普及促進によるメリットは建設施工分野だけでなく、GISなどの他の情報関連分野にも広がるものである。また、コスト縮減や工期短縮など官側のメリットだけでなく、情報技術に関連する新たなアプリケーションの開発や安全性の向上、作業環境の改善など民側にも多くのメリットがある。

共通のプラットフォームの構築により、情報化施工のさらなる発展を期待するとともに、情報化施工の意義を理解したうえで、民間企業の積極的な技術開発を期待するものである。 J C M A

### [筆者紹介]

久保 和幸（くぼ かずゆき）  
国土交通省  
総合政策局  
建設施工企画課  
課長補佐

監修：建設省建設経済局建設機械課

# 平成11年度版 機械工事施工ハンドブック

本ハンドブックは「総則編」と「施工編」から構成されており、総則編においては発注者・請負者側双方のなすべき業務が工事の順をおって実務レベルで解説されており、業務の簡素化・円滑化・合理化に役立ち、「施工編」では水門設備の工事を事例にし、施工技術等について具体的に記述し、工事を円滑に遂行する上でのガイドラインとして有効に活用できるものです。

A4版約700頁 定価7,980円（本体7,600円）送料600円

発行：社団法人日本建設機械化協会

## 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

## 特集 IT と建設の機械化

## 三宅島緊急泥流対策工事

山本 一遵・奥村 博・深沢 宏之

三宅島では、平成12年8月から始まった雄山の断続的な噴火により全島が火山灰に覆われているが、現在、今後の島の復興に向けて、泥流対策等の復旧工事が鋭意進められている。

ところが、泥流対策工事の本工区は雄山の東側に位置し、かつ窪地となっているため、一日に数万トンという多量かつ連続的に放出される火山ガスが流れ込み、滞留し、工事が阻害される場合がある。

本報文では、泥流対策のための床固めブロック設置工事における、火山ガス発生時に限定した、火山ガス対策としての無人化施工について報告する。

キーワード：災害復旧、泥流対策、砂防ダム、ブロック積み、除石、無人化施工、IT

## 1. はじめに

三宅島の火山ガス対策は、2 ppm でガスマスク着用作業、5 ppm で作業中止退避と復旧関係者の宿舎は脱硫設備を備えたクリーンルームに宿泊等の規定があり、復旧工事に支障を来していた。工事の遅延を防ぐため、東京都は火山ガスの発生率の高い坪田地区の緊急泥流対策工事に無人化機械施工を導入した。

西松建設株式会社は、雲仙・普賢岳等の災害復旧を中心に、主に「砂防ダム建設」と「除石工事」の無人化施工を行っている。ガス対策としての無人化施工は初めてであったが、これらの工事で培った技術を利用し、床固め工を無人化施工計画し、施工を行った。

## 2. 工事概要

泥流対策工事の概要を以下に示す。

- ・工事件名：坪田地区緊急泥流対策工事

- ・施工箇所：三池地区の沢
- ・工期：平成13年3月21日～平成14年3月11日
- ・発注者：東京都三宅支庁
- ・請負者：西松・音丸建設共同企業体
- ・施工数量：床固め工
 

床固めブロック (2t) (無人作業)	917 個
シャックル (φ19) (有人作業)	913 個
ワイヤロープ (φ12.5) (有人作業)	46 本

## 3. 使用機械及び施工方法

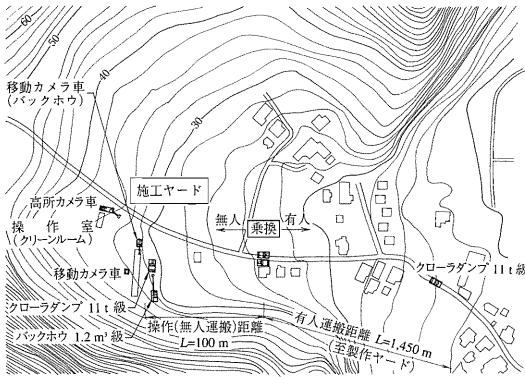
## (1) 使用機械

主要機械一覧表を表-1に示す。

## (2) 施工方法

施工概要図を図-1に示す。

前述したように、当区域は火山ガスの滞留が激



図一 施工概要図

表一 主要機械一覧表

名称	規格	台数	摘要
遠隔操作式バックホウ	1.2 m <sup>3</sup> 級	1	ブロック設置
遠隔操作式クローラダンプトラック	11 t 級	2	ブロック運搬
移動式カメラ車	4 t 級	1	局所監視用
移動式カメラ車 (バックホウ)	0.4 m <sup>3</sup> 級	1	局所監視用
高所カメラ車	L=12 m 級	1	全体監視用
操作室	クリーンルーム	1	脱硫装置装備
油圧回転式クランプ	1,500 kg 級	1	ブロック把持



写真一 ブロック設置状況

う。

なお、カメラ車は移動式カメラ車を2台（縦方向用1台、横方向用1台）、高所カメラ車を1台配置した。高所カメラ車は施工ヤードの全体監視用と運搬走路監視用の2台のカメラを使用した。

#### 4. システム

##### (1) 重機操作

特定小電力無線局（周波数 429 MHz 帯）を使用した。その理由は以下の3点である。

- ① 無線範囲を最低限 100 m 以上確保する。
- ② オペレーターが特別な免許を必要としない。
- ③ 連続して使用できる。

##### (2) 映像伝送

各 CCD カメラからの映像伝送は簡易無線局



写真二 把持装置

しいため、ガス発生時の重機操作は脱硫装置を備えたクリーンルーム内（写真—3 参照）で、ラジコン装置によって行った。

施工は、安全な区域（製作ヤード）において床固めブロックをクレーンにてクローラダンプに積み込み、無人区域（乗換え場）まで有人運転で運搬する。乗換え場で運転手はもう1台のクローラダンプに乗換え、製作ヤードに戻る。無人となったクローラダンプをラジコン操作し、施工ヤードまで運搬し、把持装置（回転クランプ）を装着した無人バックホウにより、荷降ろし及び設置を行



写真三 施工状況

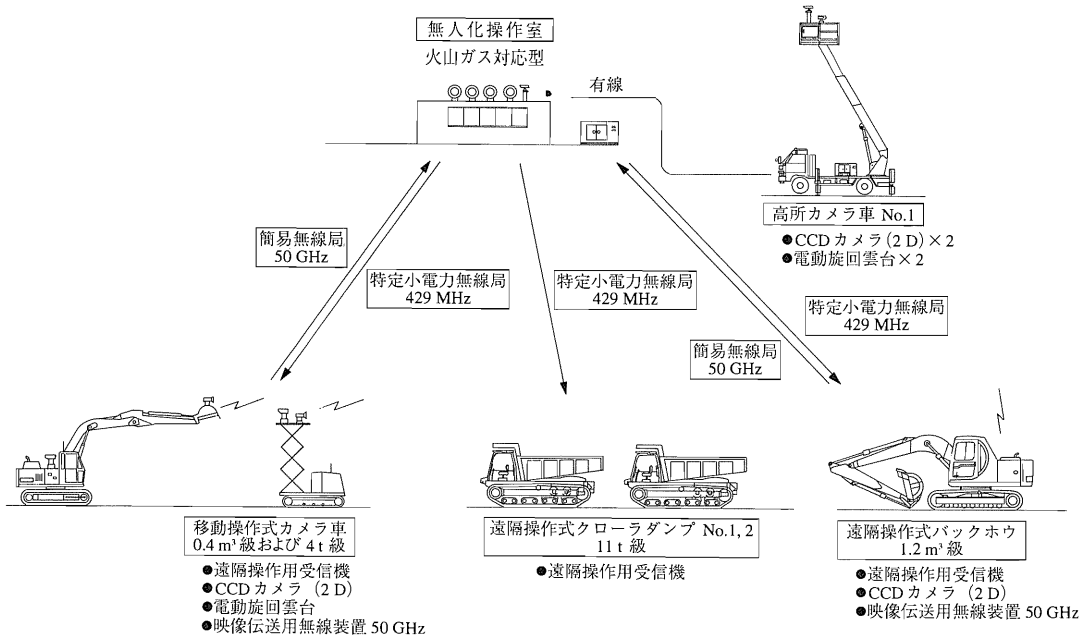


図-2 無線機械構成図

(50 GHz) を使用した。無線機械構成図を図-2 に、システム系統図を図-3 に示す。

## 5. まとめ

### (1) 施工実績

施工実績表を表-2 に示す。

ブロック運搬・設置についての施工実績表を表-3 に示す。

表-2 施工実績表

工事種類	数量	8月	9月	10月	11月
工事用道路造成	1式		■		
機材搬入・組立て	1式		■		
設備調整・試運転	1式		■		
掘削・床付け	1式		■		
ブロック運搬	717個		■	■	■
ブロック設置	717個		■	■	■
機材搬出・片付け	1式				■

表-3 施工実績表

日施工量(設置) (個/日)	バックホウ 時間施工量 (個/h)	クローラダンプ 時間運搬量 (個/h)	備考
21.7	2.9	3.1	運搬距離 1.45 km

### (2) システム

重機の動作不能等、システムに関するトラブル

は見られなかった。これは、使用した重機の台数も少なく、周囲に障害となるものもないのと同時に通信距離もそれほど長くないため、電波の混信などといったトラブルがなかったと考えられる。

## 6. おわりに

現在、三宅島の火山活動は依然として続いている。しかしながら、このような厳しい状況のなかで災害復旧工事は進めなければならない。三宅島に限らず災害現場には、危険地域が必ず存在するため、無人化施工の必要性はこれからも高まるはずである。

今回の無人化施工は、火山ガス対策という意味では初めての試みであったが、これまでの技術を利用することで対応できたので、大きなトラブルもなく、無事に工事を完了できた。

今後の展望としては、現在、無人化施工が可能な工種は限られているが、一つ一つ実績を積重ねることによって、災害現場だけでなく、多工種にわたる建設工事全体への普及が望まれる。

最後に、ご指導、ご協力を頂いた関係各位の皆様にご感謝の意を表します。



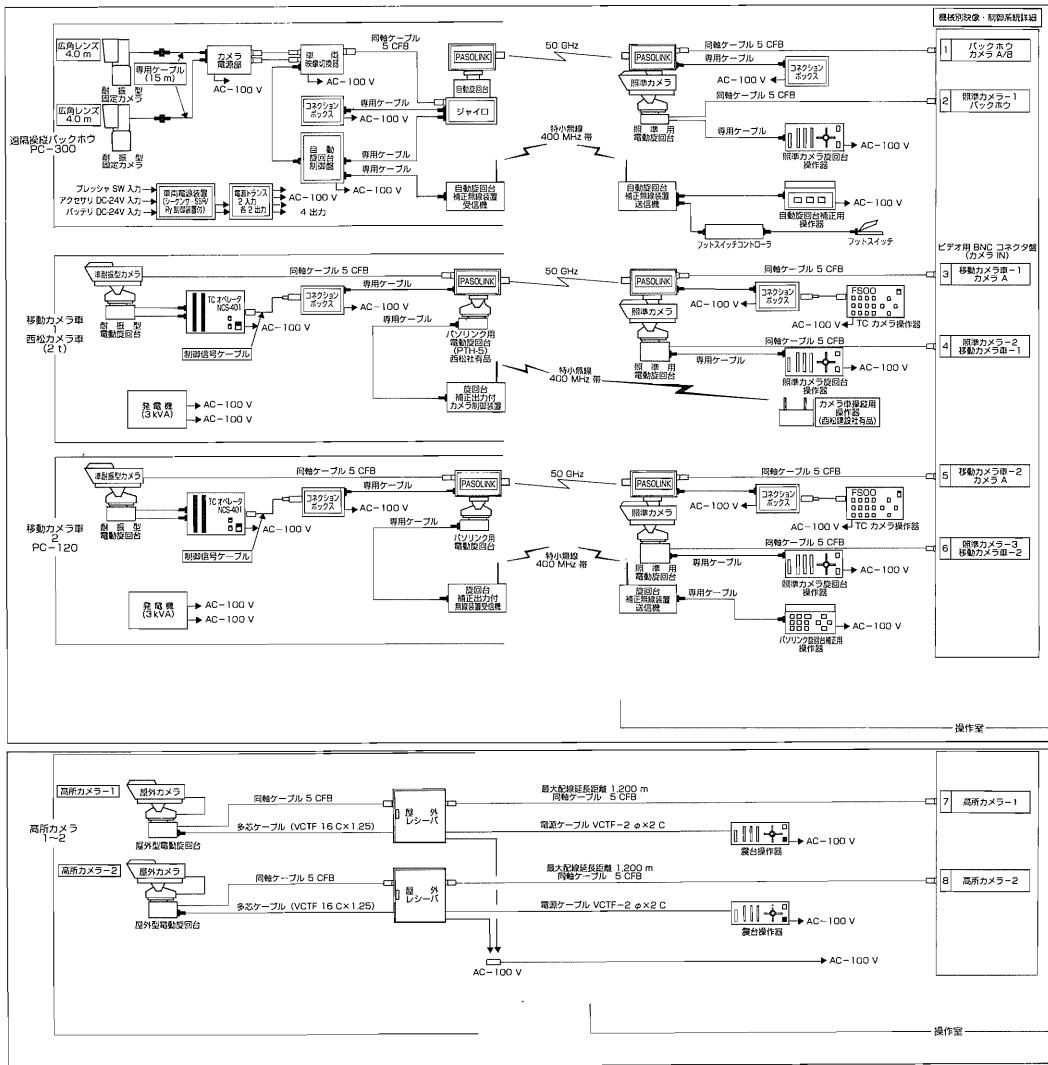


図-3 システム系統図

J C M A

【筆者紹介】

山本 一選 (やまもと かずゆき)  
 東京都三宅支庁  
 土木港湾課  
 砂防係  
 主事

深沢 宏之 (ふかざわ ひろし)  
 西松建設株式会社  
 関東支店  
 三宅島作業所  
 工事係



奥村 博 (おくむら ひろし)  
 西松・音丸建設共同企業体  
 三宅島作業所  
 所長



# ITと建設の機械化



## 大量土岩工事における 統合管理システムを用いた施工管理

↑土取現場全体像

↓出荷集中管理室（和歌山 加太）



↑積載容量計測システム（和歌山 加太）

# 大規模高盛土工事の合理化施工法の開発



⇩ゾーニング盛土の施工状況

⇩GPSGシステム搭載の  
320KN級振動ローラの稼動状況



⇩大型施工機械による大規模高盛土施工状況





# IT利用による 自動化搬送システム の開発

⇩ 立体ラック棚とAGV



自動移載装置 ⇨

**Web揚重申込みシステム**  
— USJALホテル福島JV —

建設JV, 管理者さん

2001年12月12日(水)

No.	会社	資材	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	搬入	時刻	ゲート
1	アグニュー	人員搬送														0700	B	
2	ソング大塚石	大理石材料														0915	B	
3	福島東	木骨量														1015	B	
4	新砂熱学	空調設備材料														1115	B	
5	デザイン	軽鉄材料														1315	B	
6	さんでん	電気設備材料																
7	フォリス(福島)	造作材														1500	B	
8	旭ワッシ(三和)	内装器具材料																

2001年12月19日(水)【新加】

No.	会社	資材	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	搬入	時刻	ゲート
1	新日鐵	外装建築材料														0700	B	
2	フォリス(福島)	造作材														0900	B	
3	三島空研	衛生設備材料																
4	山本金属製作所	穴部金属材料														1030	B	
5	新砂熱学	空調設備材料														1100	B	
6	パソコン	ボード材料														1315	B	
7	デザイン	ボード材料														1400	B	
8	フォリス(内外)	造作材																

**Web揚重申込みシステム**  
— USJALホテル福島JV —

建設JV, 管理者さん

2001年12月10日(月)

揚重申込み入力

揚重種別: 建設JV  
 資材: 南鉄材  
 開始時刻: 10:00  
 終了時刻: 11:00  
 回数: 5回  
 発着: 0  
 搬重: 0  
 揚重: HCE-2800BS

搬重種別利用制的事项

搬重種別	種別	時間	説明	運用	
HCE-2800BS	全階	1215	1245	運休	不可
HCE-2800BS	全階	1215	1245	運休	不可
HCE-2800BS	全階	8:00	8:15	人員搬送	不可
HCE-2800BS	全階	8:30	9:15	人員搬送	不可
HCE-2800BS	全階	11:45	12:15	人員搬送	不可
HCE-2800BS	全階	12:45	13:15	人員搬送	不可
HCE-2800BS	全階	12:45	13:15	人員搬送	不可
HCE-2800BS	全階	17:30	18:15	人員搬送	不可
HCE-2800BS	全階	17:30	18:15	人員搬送	不可

その他の申込み  
 搬重種別: 会社  
 HCE-2800BS: 建設JV  
 HCE-2800BS: シイグフ  
 HCE-2800BS: 三島空研  
 HCE-2800BS: 紅丸(内外)  
 HCE-2800BS: フォリス(内外)  
 HCE-2800BS: フォリス(数時未材)  
 HCE-2800BS: オクジュ  
 HCE-2800BS: 関が原石材

⇩⇨ 搬出入管理に対応したWeb揚重管理システム

# ITを活用した 無人調査機械 の開発

左:無線中継車 右:調査車⇔



⇧ 訓練中の無人災害調査車(総称)

左 奥:現場状況調査(現場撮影)中の「調査車」

中 : 調査車のデータを中継中の「無線中継車」

右手前:各車のデータを受信し各指令を出す「移動操作車」

⇨ フライト中の小形無人ヘリコプター

## 特集 IT と建設の機械化

## 大量土岩工事における統合管理システムを用いた施工管理

## — 関空 2 期工事 加太土取り事業 —

吉田 功・藤田 眞司

和歌山市の加太<sup>かた</sup>土砂採取事業は関西国際空港 2 期工事に必要な埋立て用土砂、2 億 5 千万  $m^3$  のうち 3 分の 1 にあたる 8 千 5 百万  $m^3$  を約 5 年間で供給する事業で、和歌山市加太地区から土砂を採取して、大川港にある積出し棧橋まで搬送し、船積みするものである。当事業所では事業面積の広さ、重機・設備の規模と台数は通常の現場と比べて数十倍の規模となり、このような急速大量土岩工事を施工するにあたり、山側から海側に至るまで設備、重機、作業員等を効率よく統括的に一元管理し、大命題となる土砂の安定供給を図るため、統合管理システムを構築した。

キーワード：土工，土岩工事，重機土工，破碎搬送設備，重機稼働管理，IT

## 1. はじめに

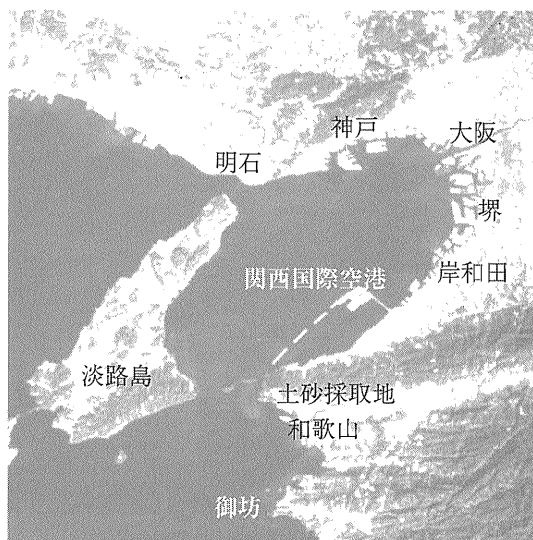
関西国際空港に 2 本目の滑走路をつくる 2 期事業が、2007 年の供用開始を目指して進められている。

青木建設・鹿島建設共同企業体による事業所では、その関西国際空港 2 期事業の埋立て用土砂、2 億 5 千万  $m^3$  のうち 3 分の 1 にあたる 8 千 5 百万  $m^3$  の土砂を日当り 7~8 万  $m^3$ 、月当り 170~200 万  $m^3$ 、年間最大 2,000 万  $m^3$  のペースで和歌山市加太地区より供給している（写真—1 参照）。

現在、写真—2 の加太土砂採取事業は、2004 年度土砂採取完了に向けて大型重機土工、岩石破碎、搬送工事の最盛期にあり、本報文ではその施工管理における IT を用いた統合管理システムについて報告する。

## 2. 工事概要

加太<sup>かた</sup>土砂採取事業は、和歌山県北部から大阪府



写真—1 加太土砂採取地

南部にかかる和泉山脈の西端に位置し、関西国際空港より直線で約 20 km 離れた和歌山県和歌山市加太・深山地区の丘陵地で土砂採取事業を展開しており、土砂採取後の跡地は、造成森林として植樹し自然の復元に努める計画である（写真—3



写真-2 加太土砂採取事業全景写真



写真-3 2001年9月現在の土砂採取状況

参照)。

地質は白亜紀の和泉層群に属し、良質な砂岩、頁岩の互層を成している。

- ・事業面積：186 ha (採土面積：140 ha)
- ・採土量：85,000,000 m<sup>3</sup> (ほぐし土量)
- ・事業期間：2000年3月～2007年3月

(採土工事 2000年12月～2005年8月)

土砂採取方法は、ベンチカット工法(発破併用)を主体とし、表-1に示す大型重機によりショベル・ダンプ工法にて土岩を投入口へ投入し、超大型破碎機破碎(ジャイレトリクラッシャ3基、破碎能力15,000 t/hr)により岩石を破碎し、トンネル内のベルトコンベヤ(延長約3,600 m)により搬出し積出し栈橋にてバージ船に土砂を積込むものである(写真-4)。

表-1 主要大型重機

機 種	規 格	種 別	台 数
ブルドーザ	100 t級	D 11 R	5 台
	100 t級	D 475 A	3 台
	70 t級	D 10 N	1 台
	32 t級	D 8 N	1 台
	計		10 台
油圧ショベル	20.6 m <sup>3</sup>	EX 3600	1 台
	13.0 m <sup>3</sup>	PC 1600	3 台
	13.0 m <sup>3</sup>	EX 1800	1 台
	11.0 m <sup>3</sup>	PC 1600	2 台
	計		7 台
ホイールローダ	13.0 m <sup>3</sup>	WA 900	2 台
	13.0 m <sup>3</sup>	992 G	1 台
	計		3 台
ダンプトラック	90 t級	777 D	24 台
	90 t級	HD 785-5	14 台
	計		38 台
グ レ ー ダ	ブレード4.9 m	16 H	2 台
油圧クローラドリル	15 t級	HCR 15	2 台
	15 t級	Pantera 1100	2 台
	15 t級	CDH 952 C	1 台
	15 t級	CDH 951	1 台
	15 t級	XL 660	1 台
	計		7 台
	12 t級	HCR 12	2 台
12 t級	Ranger 700	1 台	
計		3 台	

採土工事の進捗率は2001年12月末現在で約22%、1,860万m<sup>3</sup>を搬出し終えている。

### 3. システム構築に至った経緯

加太土砂採取事業は、写真-2に示すような広大な事業用地の基に総量8,500万m<sup>3</sup>の土砂を日当り7～8万m<sup>3</sup>のペースで、約5年間で搬出するものであり、採土工事に係わる大型重機は最大70台、破碎・搬送設備は総重量約8,500tという超大型工事である。



写真—4 積出橋橋船積み状況

この超大型工事において土砂の安定供給を図るために工事全体を効率的、統合的に管理することが重要である。そのためには、従来のように重機管理、設備管理、通信設備、コンピューター等が独立した形態で存在しては非効率である。本事業では少人数で効果的に事業全体を管理するた

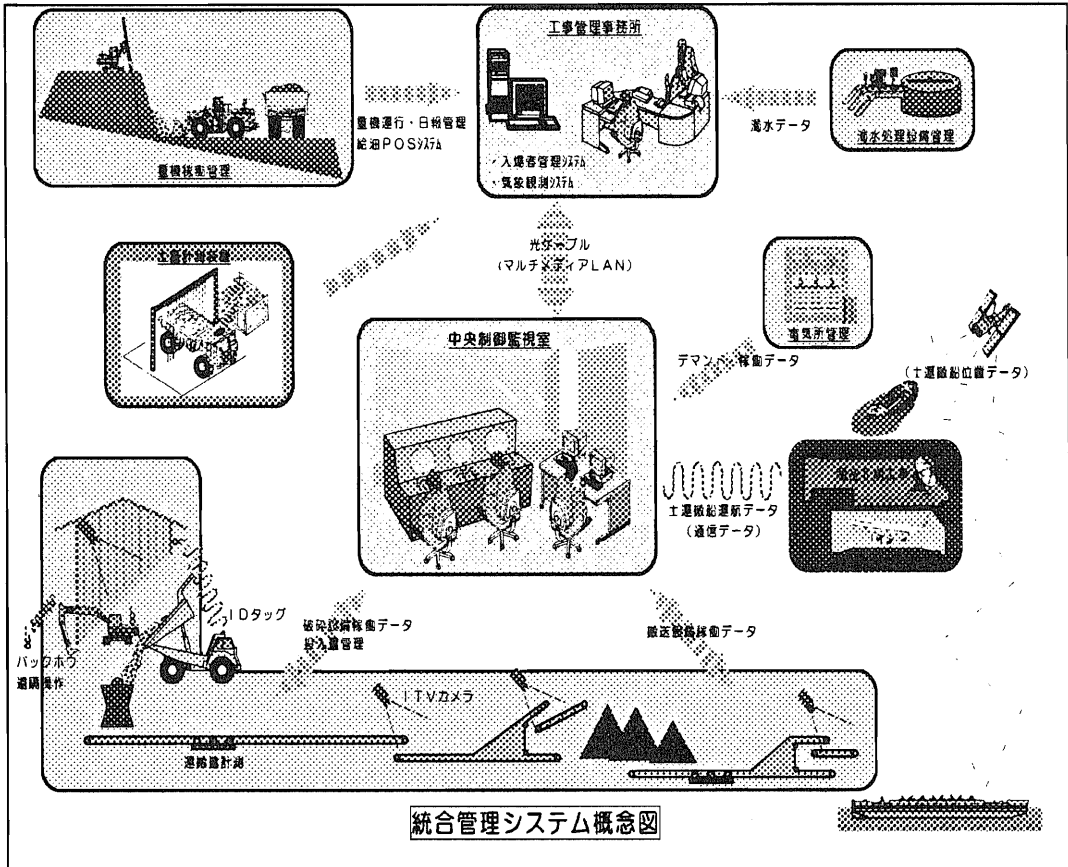
めに土砂採取から土運船の運航までを一元的に管理することが肝要と考えシステムの開発を図った。

開発に当たっては以下の3点を基本とした。

- ① 各機械及び各設備の稼働率の向上を目指す。
- ② 事業管理効率の向上を目指す（管理人員の低減と有効利用）。
- ③ データの即時性と共有化。

#### 4. 統合管理システム

本統合管理システム（Auto Total Operating System；ATOS）は、所内職員の各パソコンからイーサネットを介していつでも各システム情報がアウトプットでき、しかも各機械、機器の稼働・計測状況がリアルタイムで参照できる。またインターネット（メール含む）とも常時接続されており容易に情報交換が出来るようになっている



図—1 統合管理システム概念図



(図-1 参照)。

この統合管理システムは、

- ① 土砂採取用大型重機の稼働状況を把握するシステム(重機稼働管理システム)、
- ② 破碎搬送設備を制御・監視するシステム(破碎搬送設備管理システム)、
- ③ 事業の推進をバックアップするサブシステム(気象観測システム、作業員管理システム)、
- ④ 各重機間、各設備間及び事務所等の通信システム、これら各システムを有機的に一元化するための所内LAN基盤設備、

から構成されている。

本報文では、本システムの中核をなす、

- ① 重機稼働管理システム、
- ② 破碎搬送設備管理システム、

について概要を記す。

### (1) 重機稼働管理システム(図-2 参照)

採土工事の施工量管理及び生産性の向上を図るためには、日々重機土工の生産性を把握し、重機の適正配車を行うことが重要である。

重機稼働管理システムは、この適正配車を検討・評価するうえで必要となる重ダンプトラック・積込み稼働状況を把握・分析するため、重ダンプトラックの施工量(投入量)と稼働データ

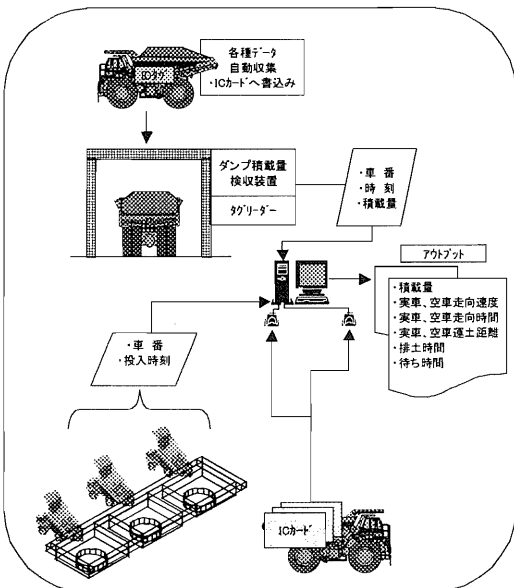


図-2 重機稼働管理システム概念図

を自動収集・解析するものであり、

- ① 投入量管理システムと、重ダンプトラックの各種稼働データを管理する、
  - ② 重機稼働管理システム、
- の2つのシステムから構成されている。

(a) 投入量管理システム(写真-5、図-3、図-4 参照)

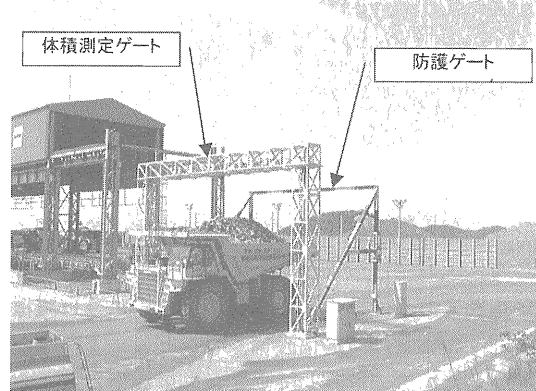


写真-5 光波式ダンプトラック積載量計測装置全景

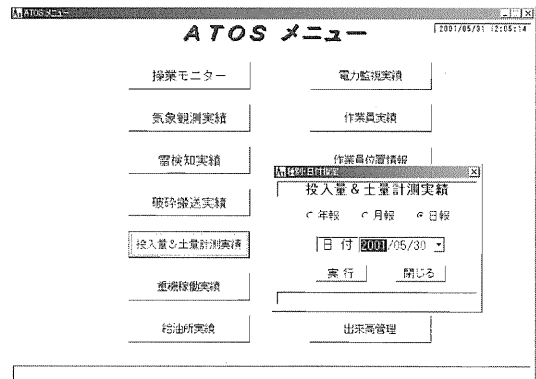


図-3 投入量管理システム操作画面

図-4 投入量管理システム出力例

このシステムは、ノンプリズム型光波計測装置により、走行中の重ダンプトラックの積載土量(L m<sup>3</sup>)を停車することなく連続して計測するシステムである(計測時ダンプ走行速度は30 km/hr以下)。

また個々の重ダンプを識別するために、各重ダンプトラックにIDタグを取付け、タグリーダ(マイクロ波)により各重ダンプトラックを識別している。

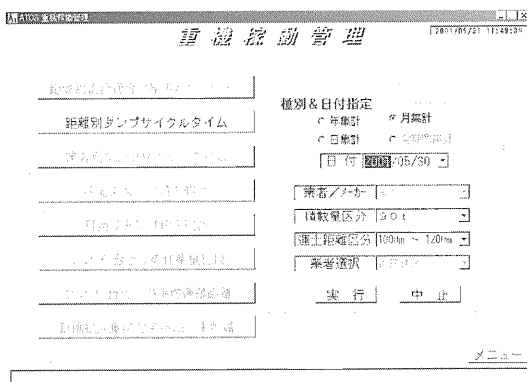
なお、タグリーダは積載土量計測ゲート部及び投入口排土部に取付けており、この投入量管理システムにより、各重ダンプトラック1台ごとの投入口へのダンプアップ土量、投入回数、稼働時間等のデータを即座に得ることができ、日々採土工事の生産性を把握することができる。

(b) 重機稼働管理システム(写真—6、図—5参照)

重機稼働管理システムは、重ダンプトラックに



写真—6 ICカードシステム(左:コマツ, 右:CAT)



図—5 重機稼働管理システム操作画面

搭載しているダンプペイロードシステムで得られるダンプトラックの基本稼働データ(積載トン数、走行距離データ、時間データ、他)をICカードに書き込み、カードリーダを用い、パソコンに基本データをダウンロードして、集計・解析プログラムを介して重ダンプトラックの稼働状況を自動解析するものである。

なお、上記ペイロードシステム自体は、重機メーカーの既存システムであるが、従来はノートパソコンを用い、各重ダンプトラックの運転席にてケーブル接続し、データを取得するものであり、非常に手間がかかる。

そこで当事業所では、重機稼働管理システムを構築するにあたり、最盛期約40台の重ダンプトラックが稼働する状況の中で、データ取得方法の簡素化を目指し、コマツ及び新キャタピラー三菱の2社にデータ取得方法としてICカード化を提案し、両社の協力を得、実現化して頂いた。これにより約40台分の重ダンプトラック稼働データを、専用パソコン2台を用い、約10分程度でパソコンに取込むことが可能となった。

重機稼働管理システムでは前述のダンプトラックデータ解析により、

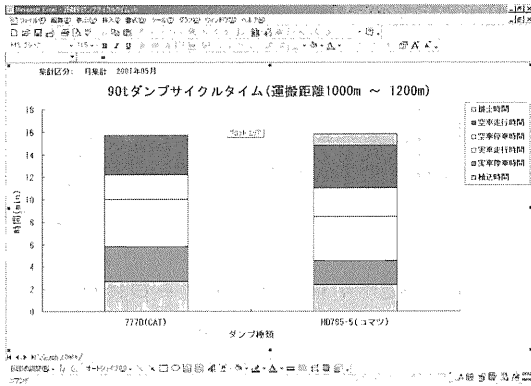
1. 運搬距離別走行速度,
2. 運搬距離別ダンプサイクルタイム,
3. ダンプ待ち時間,
4. 日当りダンプ投入回数,
5. 所属別ダンプ作業量比較,
6. ダンプ1台当りの平均運搬距離,
7. 投入量出来高管理,

の7項目を出力することができ、採土工事の施工量管理及び生産性向上を図るための重機適正配車計画を検討する際、有効なデータを取得することが可能となった。

図—6以下に、重機稼働管理システムの出力例の一部を示す。

(2) 破碎搬送設備管理システム

土砂採取工事の生命線となる破碎搬送設備は15,000 t/hrの能力を有しており、設備の稼働状況をリアルタイムに把握し、投入口から船積み設備まで一元管理するため破碎搬送設備管理システムを構築している。本システムは、



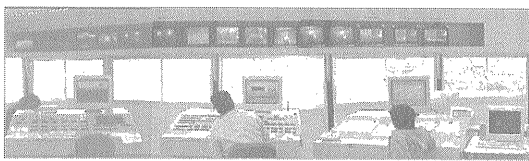
図—6 機種別ダンプサイクルタイム

- ① 中央制御監視システム,
- ② データベースシステム,
- ③ 土運船運航管理システム,
- ④ 電気所管理システム

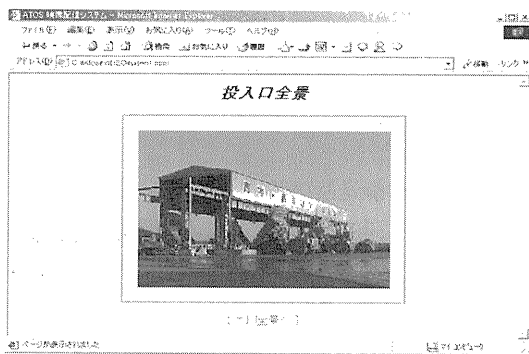
の4つのシステムから構成されている。  
以下にこれらシステムの概要を記す。

(a) 中央制御監視システム

写真—7に示す中央制御監視システムは、破碎搬送設備を1箇所(中央制御室)で集中的に制御・監視し、設備を運転するうえで要となるシステムであり、制御・監視を支援するため、ITVを各所に配置し、設備の稼働状況をリアルタイムで目視出来るようにしており、ITV画像の一部(投入口全景及び船積み状況; 図—7参照)は各人のパソコンにも配信している。



写真—7 中央制御室

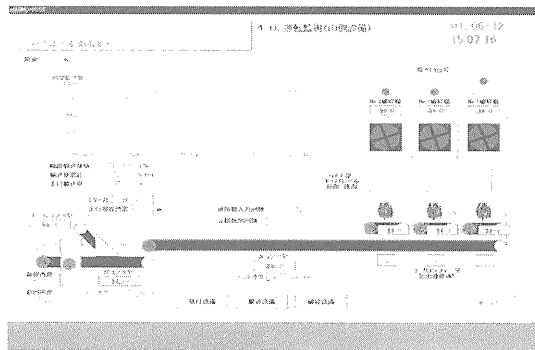


図—7 ITV 配信画像

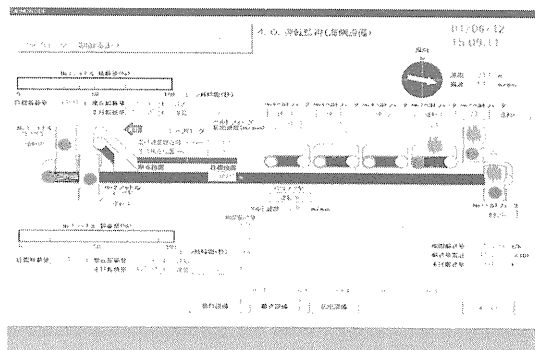
本システムにより、破碎机、ベルトコンベヤ、スタッカ、シップローダ等全設備の運転制御、稼働状況監視を行っている。

(b) データベースシステム

データベースシステムは、中央制御監視システムの各データを蓄積し、さらに山側設備(投入口～ストックパイル; 図—8参照)及び海側設備(ストックパイル～シップローダ; 図—9参照)の土砂搬送量を事業所、事務所の各パソコンにリアルタイムで配信するシステムである。



図—8 山側設備監視モニタ画面



図—9 海側設備監視モニタ画面

(c) 土運船運航管理システム (図—10参照)

土運船運行管理システムは、土砂船積み作業において重要となる土運船の運航状況(位置、方位、速度、予想到着時刻等)、海象等の情報を、GPSを利用してパソコン画面上において、リアルタイムで把握できるシステムであり、土運船管理を行ううえで有効なシステムである(なお、本システムは、関西国際空港用地造成株式会社、関西国際空港株式会社、古野電気株式会社の3社が関西国際空港2期用地造成工事向けに共同開発したシステムである)。

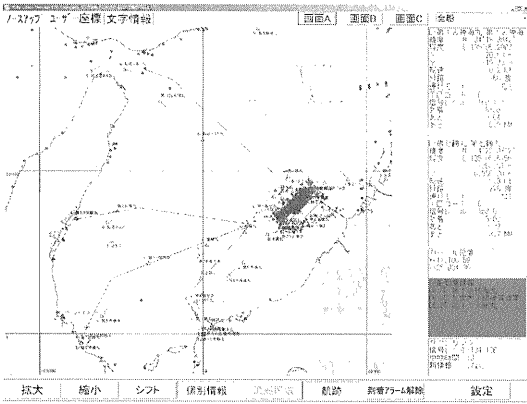


図-10 土運船運航管理システム

(d) 電気所管理システム

受電変電所の送電状況（電流，電圧，デマンド等）をリアルタイムでデータ配信，蓄積するシステムである。

以上，代表的なシステムの概要について述べてきたが，これらすべてのシステムは所内 LAN 基盤設備により，各システムから得られるリアルタイムなデータを統合管理することが可能となっている。

これまで述べてきたように本システムから得ら

れるデータは事業所職員のパソコンで閲覧することができ，特に操業モニタ画面（図-11 参照）により土砂採取工事（山側土砂投入～船積み）の進捗状況に関する代表的なデータをリアルタイムで監視できる。

5. おわりに

和歌山市の加太土砂採取事業における大型重機土工，岩石破碎・搬送工事の施工管理における IT を用いた統合管理システムの概要について述べてきた。

このシステムを構築したことにより，大量土工事を効率のかつ総合的に管理することが可能となり，同時に管理工数の省力化も図れ，さらに各種貴重なデータを日々蓄積している。

当事業所における土砂搬出工事の進捗率は，2001年12月末時点において，まだ22%であるが，今後も本システムを最大限に活用し，トータルボリューム 8,500 万 m<sup>3</sup> の土砂安定供給を図っていきたいと考えている。

J C M A

【筆者紹介】

吉田 功（よしだ いさお）

株式会社青木建設  
大阪本店土木部  
青木建設・鹿島建設共同企業体  
加太事業所  
工事主任



藤田 眞司（ふじた しんじ）

株式会社青木建設  
大阪本店土木部  
青木建設・鹿島建設共同企業体  
加太事業所  
機電主任

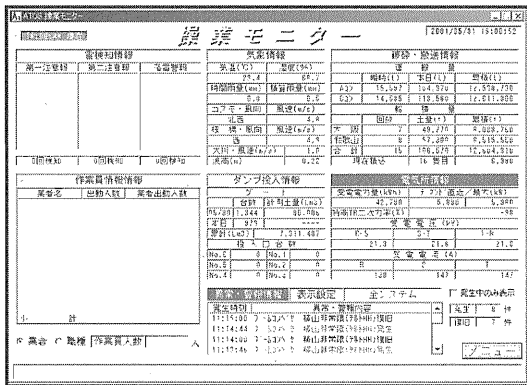
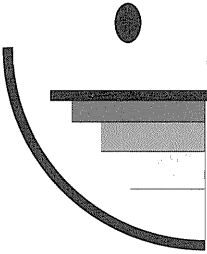


図-11 工事進捗状況監視画面


 特集 IT と建設の機械化

# 大規模高盛土工事の 合理化施工法の開発

## — 第二東名・伊佐布 IC 工事 —

板垣 光春・小池 正己・皿海 章雄

第二東名高速道路の大規模高盛土工事の施工においては、高速道路としての高い品質の確保、発生土の有効活用、かつ経済性と工期短縮を実現するために、

- ① 大型施工機械による施工、
- ② 一層仕上がり厚 60 cm の厚層締固め、
- ③ 盛土のゾーニング設計の採用、

を施工方針として掲げている。この方針に沿って合理的な施工を行うために、最先端の情報技術を駆使した施工管理システム「IT 土工システム DREAM」を開発した。本システムを第二東名伊佐布インターチェンジの大規模高盛土工事に適用した結果、施工方針の実現において課題であった点を解決し、高品質化、省力化、迅速性、安全性の面で効果があることを確認した。

キーワード：土工、大規模高盛土、合理化施工、施工管理、締固め管理、出来形管理、IT

### 1. はじめに

静岡県域に建設中の第二東名高速道路は、道路構造として速度 140km/h の走行可能性と 6 車線断面への対応が図られ、著しく高速走行性が向上したものとなっている。こうした道路線形・構造の計画上から、路線が現東名に比べて北側の山岳地に設置されており、そのため土工区間においては、総盛土量が約 4,900 万 m<sup>3</sup> 以上となり、一箇所あたり 100～1,000 万 m<sup>3</sup> という大規模で高盛土となる工事を計画している。

日本道路公団静岡建設局では、高速道路としての高い品質の確保、発生土の有効活用、かつ経済性と工期短縮を実現するための指針<sup>1),2)</sup>を策定し、次のような施工方針を示している。

- ① 大型施工機械による土工の実施

- ② 320 kN 級振動ローラによる一層仕上がり厚さ 60 cm という厚層締固めの実施
- ③ 道路盛土の機能的特性を考慮したゾーニング設計と施工の採用

この施工方針に沿って大規模高盛土工事を合理的に進めるためには様々な問題が生じ、これらを解決するために最先端の情報技術を活用した施工管理システム「IT 土工システム DREAM」を開発し、現在施工中の第二東名高速道路伊佐布インターチェンジ工事（以下、伊佐布 IC 工事、と呼ぶ）に導入した。本報文では、本システムの概要と適用効果について報告する。

### 2. 大規模高盛土工事の施工上の課題

第二東名の大型大規模高盛土工事では、46 t 級ガンプトラック、32 t 級ブルドーザ、320 kN 級振動

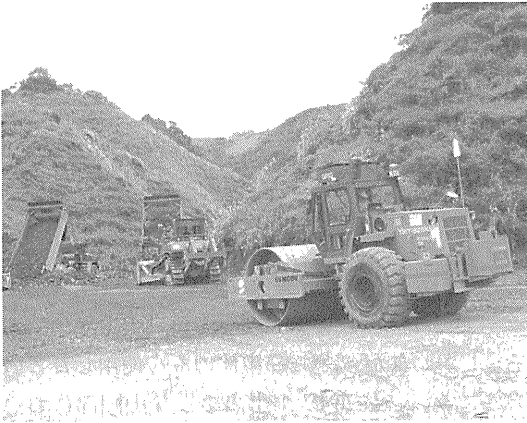


写真-1 大型施工機械による盛土施工状況

ローラ等の大型施工機械を採用し、一層仕上がり厚 60 cm の厚層締固めを行うため、施工の効率化が図れるとともにコストの大幅な縮減を実現することとなった（写真-1 参照）。

しかし一方では、大型施工機械の採用によって実現する大土量の高速施工化は、以下に示す新たな課題を生じることとなった。

- ① 従来の RI やタスクメータによる締固め管理では、測定頻度や面的な締固め状況の把握、安全性の面で問題があり、新たな品質管理手法の確立が必要。
- ② 1 万 m<sup>3</sup>/日におよぶ多種・大量の搬入土砂をゾーニング設計に応じて、適切な盛土ヤードに迅速に誘導する手法の確立が必要。
- ③ 搬入管理や品質管理および土量管理の施工管理情報が膨大となり、これらを合理的に扱う手法の確立が必要。

上記の問題を解決するためには、単一の技術の採用に留まらず、総合的な管理システムが必要とされ、大規模高盛土の合理化施工法という観点から、最先端の情報技術を駆使した統合的な施工管理システム「IT 土工システム DREAM (Directive Earthwork Management)」(以下、DREAM システム、と称する)を構築した。

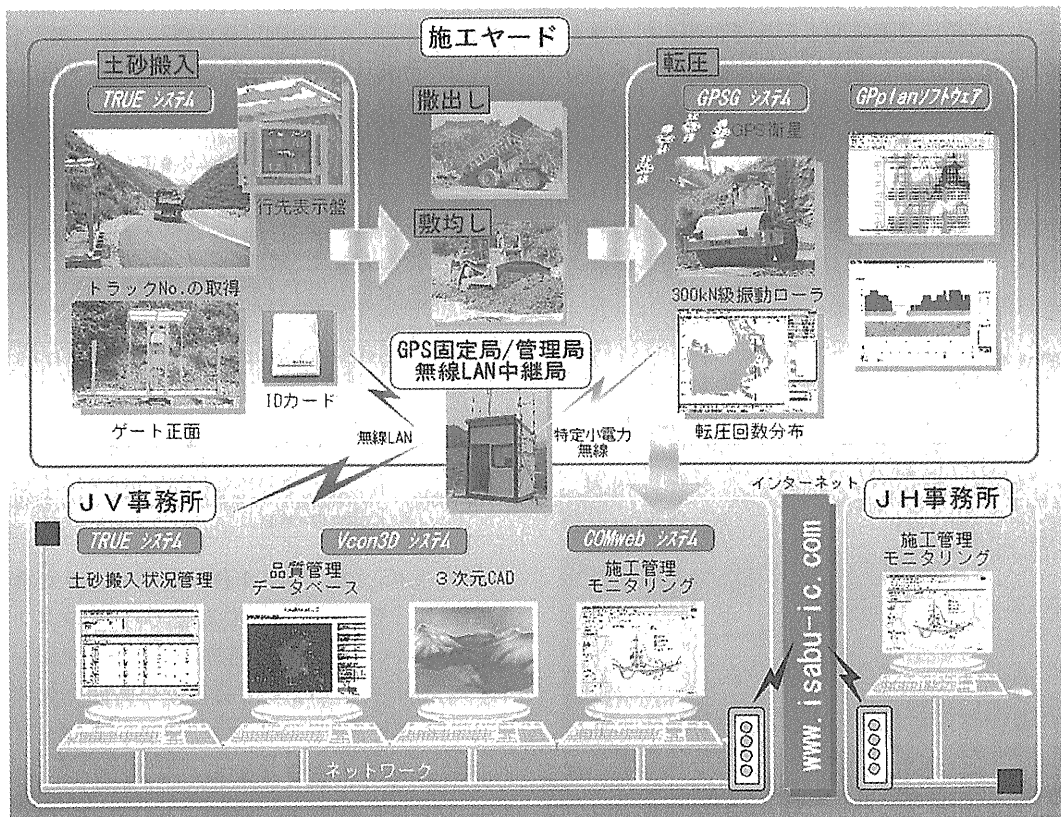


図-1 DREAM システム概念図

### 3. DREAM システム<sup>3)</sup>

DREAM システムは、盛土の品質管理として重要な施工規定方式による締固め管理をはじめとした大規模高盛土の高速施工を十分な品質を確保しながら実現できるものであり、4つのサブシステムから構成されている。

DREAM システムの概念図を図-1 に示す。

#### (1) 土砂搬入管理 TRUE システム

TRUE (Truck Entrance) システムは、複数の他工事から搬入される多種類の土砂種別に応じて、ゾーニング施工として適切な盛土ヤードに車両を誘導するシステムである。搬入車両は土砂搬出JV名称、土砂種別、車両No.を書込んだIDカードを携帯しており、時速20 km/h以下のスピードで停止することなく入門ゲートを通過する。その際、リードライトアンテナが非接触でカード情報を読み取り、適切な盛土ヤードを電光掲示板に表示して運転手に知らせる。読取ったIDカードの情報は通過時間と行き先情報が付加され無線LANを介して事務所の運土管理サーバへ転送・蓄積される。写真-2にTRUEシステムの稼働状況を示す。

入場ゲートにおいては、IDカードの読取り不良が生じた場合を考慮して退避エリアが設けられており、そこでは再度IDカードの情報を読取ることが可能となっている。



写真-2 TRUEシステム稼働状況

#### (2) 締固め管理 GPSG システム

大規模高盛土工事に、従来のRIやタスクメータによる締固め管理を適用した場合、測定頻度や面的な締固め状況の把握、安全性の面で問題があった。こうした問題を解決するため、GPSを用いた施工規定方式による締固め管理手法を採用した。

この方法は、振動ローラにGPSを搭載し、盛土ヤードの転圧回数と施工層厚を管理するものである。しかしながら、GPS単体のみを使用したこの方法では、伊佐布IC工事のような山間部においては地形等の影響によりGPS受信データが欠損したり、精度低下を生じたりする欠点がある。このため、実施工に適用するにはあらゆる場所で高精度の位置情報を取得できる工夫が求められている。

この対策として、3軸光ファイバージャイロと車速センサを組合せた3軸ジャイロシステム機能をGPSシステムと連動させ、GPS欠損時においても高い精度でデータ補完する新たなシステム、GPSG (GPS & Gyro) システムを考案し、実用化を図っている。この実用化に際しては、表-1に示す5種類の補正方法を考案して、走行軌跡精度の向上を図っている。

表-1 GPSGシステムの補正方法

補正名称	補正内容
カルマンフィルタ補正	GPSの位置座標とジャイロ・車速センサの誤差をリアルタイムで補正。
ドリフト補正	光ファイバージャイロ自体の機械的な特性で、計測時間に比例して検出角度が遷移していく現象をリアルタイムで補正。
アスムージング	計器の敏感性により大きくばらつくロール角( $\gamma$ )を計測値の全体的な変化を抑えて、リアルタイムで良好なデータに平滑化する処理。
後進補正	後進時における振動ローラの機械および構造の挙動により発生する誤差をリアルタイムで補正。
内挿補間補正	ジャイロのみで走行軌跡を求める場合に生じるジャイロ計測誤差を、既知点情報を基に最小二乗法を適用して後処理で補正。

伊佐布IC工事では、4台の振動ローラが稼働しており、そのうち2台に3軸ジャイロシステムを搭載している。狭隘な谷地部での盛土においては、GPSデータが2~10分程度の時間で欠損する 경우가多々あり、本システムの導入効果は非常に大きいものとなっている。写真-3は、振動ローラキャビン内のモニタを示したものであり、オペレータは自らの転圧状況をリアルタイムで確



写真-3 振動ローラでの転圧確認状況

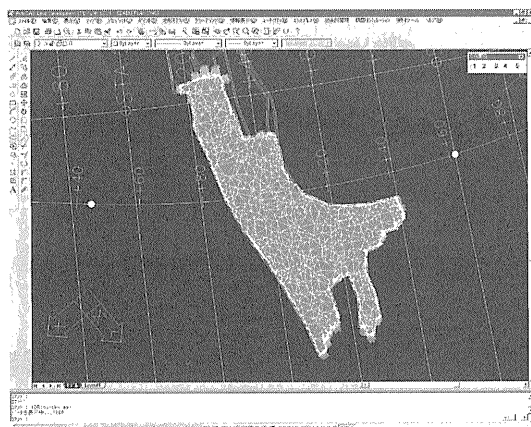


図-3 転圧完了部の数値地形モデル

をもとに3次元CADで数値地形モデルを作成し(図-3参照),これを前回の転圧ステップまでの現況地形モデルに合成することで,更新地形モデルを作成する。更新地形モデルからは,任意断面における断面図や3次元的な鳥瞰図の作成,切盛土量の算出が可能となっている。

DBMSは,GPSGシステムからの品質管理情報,TRUEシステムからの土砂搬入情報等をデータベースに蓄積する。品質管理情報の主要情報である転圧結果情報は,盛土の施工領域を50cm四方のグリッドメッシュを単位として蓄積するため,施工エリア全体のデータ量は膨大なものとなり,DBMSを使用したデータ管理が重要となっている。

GPSGシステムの転圧結果などDBMSに集積された情報は一元管理され,その情報は,3次元CADのデータ表示機能などを利用して瞬時に

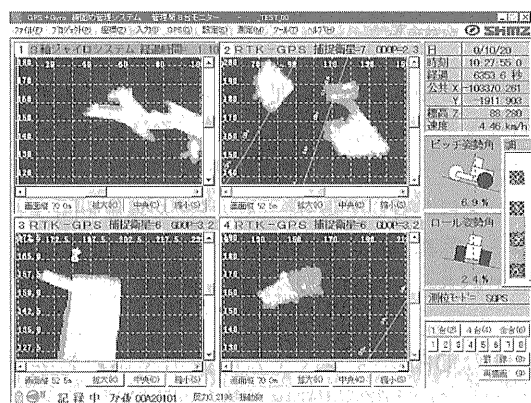


図-2 振動ローラ稼働状況の事務所監視画面  
(8台まで監視可能,同画面表示は4台まで)

認しながら緻密に施工できるようになっている。

同時に転圧状況は,現場に設置された無線LANを介して事務所に転送され,リアルタイムに監視することができる(図-2参照)。

### (3) 出来形管理 Vcon 3D システム

大規模盛土工事は,大土量と広範な施工ヤードが対象で品質,土量,出来形管理が煩雑かつかなりの労力を必要とする。特に,高速施工下でゾーニング施工を行うためには盛土の出来形を迅速に把握することが重要である。Vcon 3D (Volume Control by 3D CAD) システムは,作業の迅速化と省力化を目的に出来形図面,土量計算,品質管理帳票の作成を自動化したものであり,3次元CADシステムと施工情報を一元管理するデータベースマネジメントシステム(DBMS)の2つのパートで構成されている。

GPSGシステムで取得した高精度の位置情報

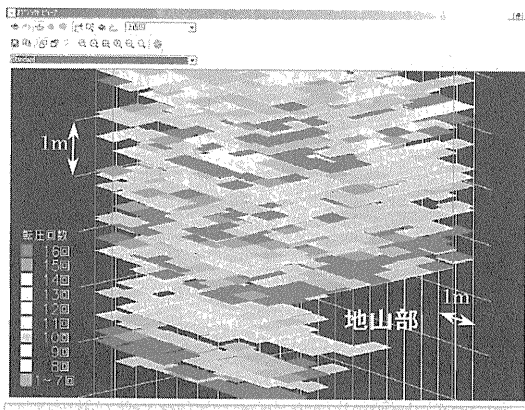


図-4 転圧回数分布の3次元表示



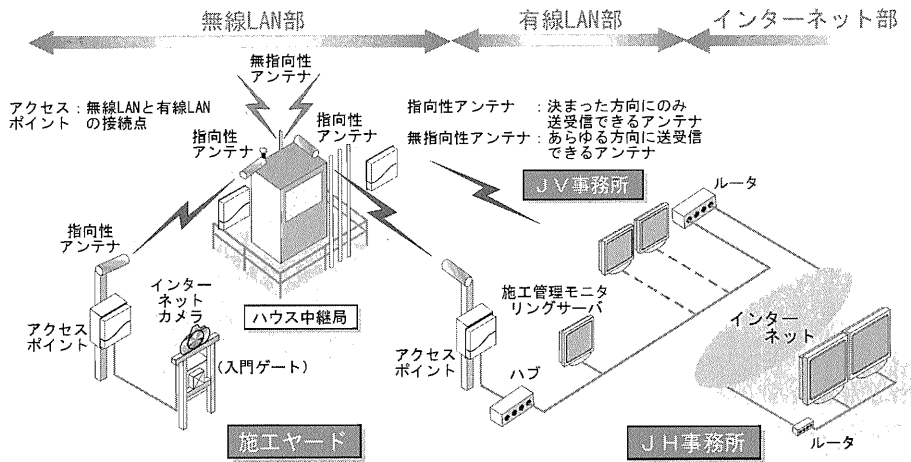


図-5 DREAM システムのネットワーク状況

つビジュアルに表現することが可能となる (図-4 参照)。

(4) 統合情報化 COMweb システム

統合情報化を実現する COMweb (Communication Web) システムは、最新の情報通信技術を用いて施工管理情報の受発信を行うものである。

図-5 に示すように、土砂搬入ゲート、施工ヤードおよび現場事務所内は、無線 LAN を用いてネットワーク化されており、本通信網を利用することによって、品質管理・土量管理・土砂搬入

管理などの各種施工管理情報がリアルタイムに共有化されている。また、施工者と発注者は、インターネットを経由して各種の施工管理情報をシームレスに共有しており、ペーパーレス化を図っている。写真-4 に無線 LAN と GPS 基地局を兼用しているハウス中継局を示す。

3. DREAM システムの適用実績と効果

(1) TRUE システム

伊佐布 IC 工事では、20 カ月で約 300 万 m<sup>3</sup> の盛土を施工し、月の最大盛土施工量は約 23 万 m<sup>3</sup> である。この膨大な土量に対しても車両を渋滞させることなく、本システムを用いて迅速かつ安全にゾーニングエリアに誘導できている。

表-2 にゲートの最大通過数と退避ゲートの使用率、図-6 に最大通過時の 1 日当たりのゲート通過時間間隔を示す。

表-2 最大通過数と退避ゲート使用率

項目	頻度	備考
メインゲート	679 台/日	搬入土量 5,870 m <sup>3</sup> /日
最大通過数	85 台/時間	搬入土量 724.4 m <sup>3</sup> /時間
退避ゲート使用率	0.7%	

図-6 より、ピーク状態となるのは通過時間間隔が 3~10 秒であり、これに対して行き指示を行い、車両を通過させている。また、最大通過日 1 日当たりの台数 (679 台) に対して、1/3 以上 (246 台) が 10 秒以内の間隔でスムーズにゲートを通過しており、行き分配ゲートの処理時間と

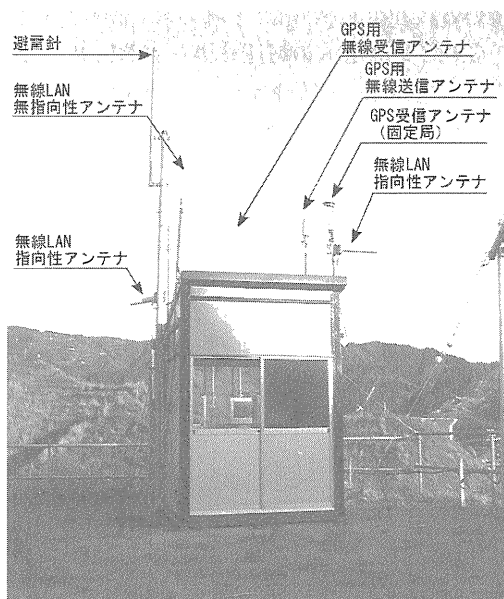


写真-4 ハウス中継局

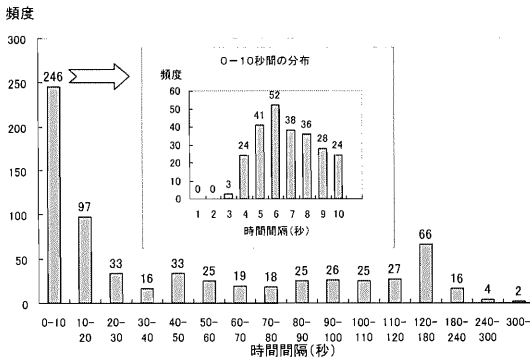


図-6 ゲート通過時間間隔 (1日あたり)

しては十分なレスポンスを実現している。

この通過処理を同様な時間間隔で整理員を設けて行う場合には、ゲートにおいて車両を停車させて搬入盛土ヤードを指示する必要がある、ゲート数と整理員という点で車両の停車・発進という時間ロスも含めて考えれば現場内に広いゲートエリアと多数の人的資源の投入が必要となる。これらを考慮すると本システムの導入効果は十分なものが得られていると判断できる。

### (2) GPSG システム

平成 12 年 7 月の本格的な GPSG システムの適用開始から平成 13 年 10 月末までのジャイロ稼働状況を図-7 に示す。

図中には、振動ローラの稼働時間に対して、RTK-GPS (Real-Time-Kinematic GPS), DGPS (Differential GPS), ジャイロが稼働した時間の月別比率と全体比率を示しており、ジャイロシステムは DGPS とジャイロの領域で稼働している。図-7 より、ジャイロシステムの稼働時間を見る

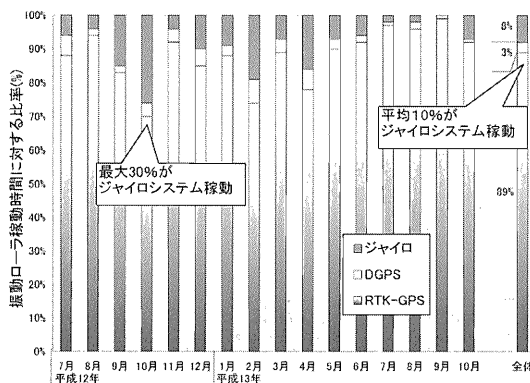


図-7 ジャイロ稼働状況

と月別で最大 30% 程度、全体で約 10% と比較的大きく、伊佐布 IC 工事のような山岳地の造成では本システムの併用により振動ローラ軌跡の十分な捕捉効果が得られるといえる。

また、RTK-GPS が取得できない領域は地山と盛土の境界付近であり、盛土としての安定性確保や不同沈下抑制の観点から重要な部位であるため、この領域における振動ローラ軌跡管理の確実な実施は盛土の品質上から大きい効果があると考える。

### (3) 全体の適用効果

表-3 に本システムの適用効果を示すが、大規模高盛土の施工方針である大型施工機械の採用、一層 60 cm の厚層締固め、ゾーニング設計施工を実現するための種々の課題は、DREAM システムの導入効果で解決が図られているといえる。

図-8 は、伊佐布 IC 工事における動態観測による盛土全体の沈下を圧縮率として、盛土厚との関係を示したものである。図-8 から、他事例に

表-3 DREAM システムの適用効果

項目	コスト削減	高品質化	省力化	迅速性	安全性
大規模高盛土の施工方針					
①大型施工機械の採用	◎	×	—	○	×
②1層 60 cm 厚層締固め	○	—	—	○	—
③ゾーニング設計施工	—	◎	×	×	×
DREAM システムの導入					
① TRUE システム	—	◎	◎	◎	◎
② GPSG システム	—	◎	○	◎	◎
③ Vcom 3D システム	—	—	◎	◎	—
④ COMweb システム	—	—	◎	◎	—

凡例 ◎: 効果大, ○: 効果小, —: 効果なし, ×: 逆効果

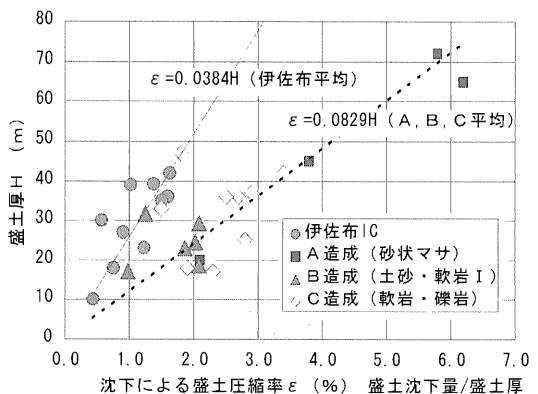


図-8 動態観測による盛土本体の沈下

比べて伊佐布 IC 工事の沈下量は約 1/2 程度と小さくなっていることが分かり、この相違の要因には、GPSG システムにより振動ローラの走行軌跡を 100% 取得し、オペレータが自らの転圧状況をリアルタイムに確認して管理し、施工の緻密さが向上したことが挙げられる。

#### 4. おわりに

DREAM システムは、大規模高盛土の合理化施工法という観点から、最先端の情報技術を駆使し、統合的な施工管理システムとして開発・実用化したものである。

今後は、工事の施工規模や要求に応じて各サブシステム単独、あるいは、組合せで適用する事例も増えてくると考えられる。そのため、各サブシステムについて従来手法と比較した場合の費用対効果を明確にすることが重要と考える。

最後に、本報告が土工現場への IT 活用に際して、何らかの参考になれば幸いである。 **J C M A**

#### 《参考文献》

- 1) 日本道路公団静岡建設局：第二東名高速道路高盛土および大規模盛土設計施工指針（案），1998 年 3 月

- 2) 日本道路公団静岡建設局：第二東名高速道路長大切土のり面設計部施工指針（案），1998 年 5 月
- 3) 日本道路公団静岡建設局：IT 土工システム DREAM Guidance，2001 年 4 月

#### 【筆者紹介】

板垣 光春（いたがき みつはる）  
日本道路公団静岡建設局  
清水工事事務所  
清水南工事区  
工事長



小池 正己（こいけ まさみ）  
日本道路公団静岡建設局  
清水工事事務所  
清水南工事区  
主任



皿海 章雄（さらがい あきお）  
清水建設株式会社  
土木本部  
技術第一部  
主任



## 大深度地下空間を拓く建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。主な内容は鉛直掘削工、単円水平掘削工、複心円水平掘削工、曲線掘削工等実施例を解説、分類、整理したものです。工事の調査、計画、施工管理にご利用ください。

頒 価 2,310円(本体価格2,200円) 送料500円  
申込先 本部：FAX.03-3432-0289

### 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

## 特集 IT と建設の機械化

## 地上型三次元レーザースキャナーを用いた地形計測システム

佐田 達典・大津 慎一

レーザースキャナーとはレーザーを走査して地表面の三次元情報を計測する装置であり、広範囲を高精度かつ高密度に計測することができる。従来、航空測量で使用されてきたが、近年、地上型三次元レーザースキャナーが登場したことから、建設工事関連の計測を目的に地形計測システムを開発した。特に土量計測への適用を目標に本装置の特性を生かした計測作業とデータ処理の方法を検討した。

10 ha のサーチャージ盛土量計測に適用した結果、従来の約半分の時間で計測作業を実施できた。また、データ処理成果として、従来測量では得られない稠密な形状計測を基にした土量計算が可能になった。

キーワード：土工，土量計測，レーザースキャナー，CAD，VRML，GPS，IT

## 1. はじめに

レーザースキャナーとはレーザーを走査（スキャン）して地表面の三次元情報を計測する装置であり、レーザーによる距離測定とスキャニングの角度測定を組合わせて、広範囲を高精度かつ高密度に計測することができる。

この技術は、航空機に搭載されて地形を高密度に測量する航空測量の一手法として導入されたが、近年、地上据え置き型レーザースキャナーが登場してきた。本報文では、地上型三次元レーザースキャナーを用いた地形計測について報告する。

## 2. 計測機器の機能と特徴

## (1) 機器仕様

今回使用した計測機器はリーグル社製の LMS-Z 210 レーザーミラースキャナーである。本機は、レーザー器械軸を原点とする三次元空間座標

系における表面イメージングシステムであり、近赤外線領域（レーザー波長  $0.9\mu\text{m}$ ）の半導体レーザーを使用している（表—1 参照）。

表—1 LMS-Z 210 機器仕様

項 目	仕 様
測 定 距 離	2~350 m (ターゲット反射率 80%以上) 2~150 m (反射率 20%以上)
測 定 精 度	±2.5 cm (最大±10 cm)
レーザーパルス繰返し周波数	最大 28,000 Hz 平均 20,000 Hz
レ ー ザ ー 波 長	0.9 μm (近赤外線領域)
ラインスキャン角範囲	80度
ラインスキャン速度	標準 20 scan/sec 1 scan/sec~最大 36 scan/sec
フレームスキャン角範囲	0度~最大 330度
フレームスキャン速度	標準 5 度/sec 1 度/sec~最大 15 度/sec
計 測 時 間	標準 90 秒 (80 度×330 度範囲)

測定は、3面のポリゴンミラーによりレーザーを一定の角度間隔に連続射出させ、飛行時間および周波数から計測対象物までの距離を計測する。距離とレーザー放射の角度（垂直角，水平角）から三次元座標値を算出する。計測範囲は器械軸か

ら垂直方向±40度、水平方向330度の空間範囲であり、距離は本体から2~350mの範囲である。

位置測定精度は、±2.5cm（標準偏差）であり、計測ピッチは最高で0.08gon（0.072度；1gon=0.9度）である。

## （2） 操作と取得データ

レーザースキャナーは、写真-1に見るようにスキャナー機器本体、制御するPC、接続ケーブル、機器用のバッテリーで構成される。スキャナーの制御とデータ取得はPCを機器に接続して行う。計測時は縦方向にスキャンしながら、水平方向に回転してレーザーの射出と反射光の受光を行う機構となっている（図-1参照）。計測時間は、垂直方向80度、水平方向330度の計測を約90秒（標準）で行える。

取得するデータは対象物各点までの距離、角度（垂直、水平）、反射強度、RGB色情報であり、1

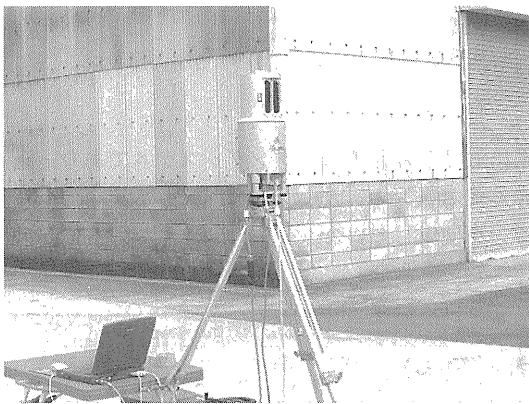


写真-1 LMS-Z 210

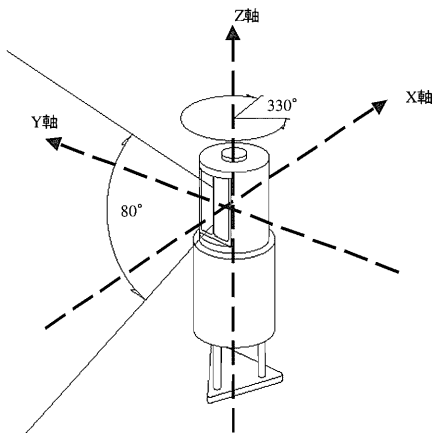


図-1 LMS-Z 210の動作機構

回のスキャン毎にPCに記録される。

これらのデータは3種類の画像（距離画像、反射強度画像、RGB色画像）で表示される。写真-2は反射強度画像の例である。各画像には1ピクセル毎に三次元データが存在するので取得画面上で相対距離を測ることもできる。

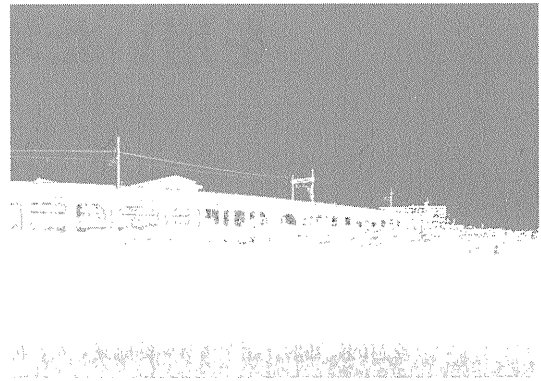


写真-2 レーザー反射強度画像例

## （3） レーザースキャナー取得データの特徴

レーザースキャナーにより取得したデータは、膨大な点の三次元位置データであり、点の集合により形状を再現している。光波測距儀を用いたトータルステーション（TS）などによる観測に比べ、取得した1点1点の精度は落ちるが、対象物の面形状を再現するにあたり、膨大な点の集合を平均して形状を捉えれば精度は向上する。

一方、スキャナー本体からの距離に応じてレーザーの照射密度は変化する。例えば、解像度が0.08gonの場合、本体から10mの位置では直壁に1.2cm間隔で照射する。50mでは6.3cm、100mでは12.6cmとなる。

## （4） 従来の計測法との比較

### （a） トータルステーション（TS）

トータルステーション（TS）ではターゲットを計測点に設置し、1点1点を直接計測していくが、レーザースキャナーでは連続してレーザー光を一定の角度間隔で照射して、物体により反射された光のみを計測している。したがって、ランダム計測であり、特定の点を指定して計測することはできない。

### （b） RTK-GPS

リアルタイムキネマティックGPS（RTK-

GPS)ではTSと同様、アンテナを設置して1点1点を計測するが、連続計測モードではアンテナを移動しながら地表面の三次元データをランダムに収集できる。しかし、アンテナの接触している位置しか計測できない。これに対してレーザースキャナーは非接触での計測であり、2~350 mの範囲で障害物により陰になる部分以外全てを計測できる。ただし、低反射の材質や水面のように全反射を起こす部分は計測できない。

### (c) 三次元写真解析

写真解析では2枚の写真からステレオ解析により三次元形状(座標)を再現するが、レーザースキャナーでは最初から三次元データとして表面モデルを取得できる。また、写真解析の場合、座標が既知の基準点を設置し、写真に写し込む必要があるが、レーザースキャナーでは座標変換を用いる必要がなければ、基準点を設置しなくてもよい。

## 3. 精度検証実験

### (1) 実験方法

LMS-Z 210の測定精度は仕様上では±2.5 cmであるが、これは1点毎の精度である。しかし、実際には対象面に複数のレーザーが照射されるので、それらの観測値を平均することによって精度の向上が期待される。そこで、次の実験を行った。

レーザースキャナーを地面から2 mとなる高さに固定し水平に設置する。反射シートを貼付けた半径25 cm, 17.5 cm, 13 cm, 7.5 cmの4種類の円盤状ターゲットをレーザースキャナーから水平距離約10 mの位置に設置し、スキャナーの計測ピッチを変えてスキャンする。計測ピッチは0.12 gon, 0.16 gon, 0.20 gonの3段階とする(1gon=0.9度)。また、レーザー機械軸と同一座標系において、TSを用いて円盤の中心点を測定し最確値とする。

レーザースキャナーの測定データから、反射強度の違いを利用してターゲットに照射した点のみを抽出する。該当点の情報から斜距離と水平角と垂直角の平均値を計算し、これをXYZの三次元座標に変換する。その結果をTSでの測定結果と比較した。

## (2) 実験結果

表-2にターゲットの大きさ別の照射点数を示す。また、表-3では半径7.5 cmのターゲットについてレーザーの測定データ(ターゲットに当たった点)を平均して求めた点の座標とTSで測定した中心点座標の比較を示す。各々で求めた点の座標差(斜距離)は、1.5 cm以内となり、平均処理によって位置測定精度の向上することが確認できた。

表-2 ターゲット照射点数の比較

解像度 半径	0.12 gon			0.16 gon		0.20 gon	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
25 cm	141	135	143	82	81	48	52
17.5 cm	64	69	66	39	38	24	23
13 cm	37	35	35	21	24	14	15
7.5 cm	13	13	11	8	7	5	4

表-3 平均処理座標とTS座標との比較

計測番号	点 座 標 (m)			TSとレーザースキャナーとの差 (m)			
	X	Y	Z	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	斜距離
TS	-9.951	-0.628	-1.051	0.000	0.000	0.000	0.000
0.12 gon No. 1	-9.953	-0.635	-1.047	-0.002	-0.007	0.004	0.008
0.12 gon No. 2	-9.948	-0.629	-1.045	0.003	-0.001	0.006	0.007
0.12 gon No. 3	-9.951	-0.633	-1.046	0.000	-0.005	0.005	0.007
0.16 gon No. 1	-9.948	-0.636	-1.045	0.003	-0.008	0.006	0.010
0.16 gon No. 2	-9.937	-0.633	-1.046	0.014	-0.005	0.005	0.015
0.20 gon No. 1	-9.954	-0.628	-1.047	-0.003	0.000	0.004	0.005
0.20 gon No. 2	-9.961	-0.638	-1.048	-0.010	-0.010	0.003	0.014

## 4. 地形計測システム

以上の検討を踏まえ、三次元レーザースキャナーを用いて地形計測システムを開発した。本システムは、現地での計測システムとデータ処理システムとで構成される。各システムの概要は以下のとおりである。

### (1) 計測システム

計測システムはレーザースキャナー本体とそれを固定する三脚、PC、バッテリーで構成される。

画像を合成する、あるいは公共座標系での処理を必要とする場合には、反射ターゲットを用いる。

### (a) 計測地点の選定

計測するエリア全体の踏査とエリアの図面から、計測範囲、障害物の有無、計測エリアの形状(高低差)、計測対象物の種類、作業する足場の状態、車両の乗入れの可否、基準点位置等を確認し、レーザースキャナー計測地点を決定する。計測地点の選定に際しては、レーザースキャナーからの距離と照射密度から設置間隔を決定する。

### (b) 地形形状による計測方法の違い

崖面、山、造成地など、計測するエリアの形状によって計測方法は異なる。たとえば、計測対象範囲が、大きな高低差を持つ場合、全体を見渡せる計測地点を選定すると効果的な計測作業ができる。反対に、高低差をほとんど持たない平地のような場合、全エリアにわたって満遍なくデータが取得できるような地点を選定しなければならない。計測地点の配置によっては、形状取得データが不足する部分が発生し、精密な形状再現は困難になる場合がある。

### (c) 基準点の計測

レーザー計測1箇所あたり、反射ターゲットを3箇所設置する。反射ターゲットはスキャナー周辺5m前後に設置する。レーザースキャナーによる計測時にこの3つの反射ターゲットを写し込む。また、TSで反射ターゲットの中心位置の座標値を計測する。このとき、レーザースキャナーは、水平に設置することを条件とする。後述するデータ処理時にレーザースキャナーとTSで計測した座標値を元に座標変換を行う。

## (3) データ処理

レーザースキャナーにより取得したデータ量は膨大なため、データの加工・抽出等の後処理作業は、既存の表計算ソフトなどではほとんど処理不可能である。CADにおいても同様に、全データを一度に取扱うのは困難である。既存アプリケーションで、スキャナーのデータを無理なく取扱うことのできる製品は数少ない。そこで、データ処理の効率化を図る方法として、各計測(土量、地形、断面、変位量)に特化した処理手順の検討を行い、各事例に基づいて後処理方法を確立できる

ようにした。

ここでは、土量計算におけるデータ処理の流れを説明する(図-2参照)。

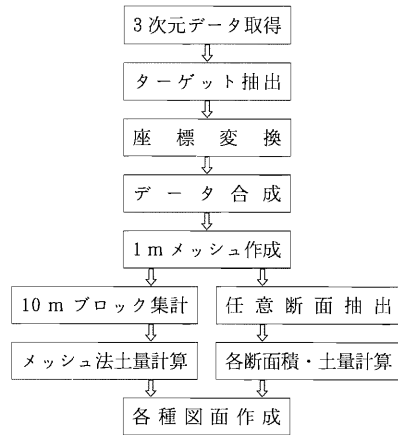


図-2 土量計算処理のフロー

### (a) ターゲット抽出

まず、観測データより、座標変換に使用する反射ターゲットの抽出を行う。抽出は物体の反射強度の違いを利用して、反射強度の高いターゲットデータを抽出し、平均することでターゲット中心位置の最確値を求める。

### (b) 座標変換とデータ合成

レーザースキャナーにより計測したデータを、TSで計測した座標系に変換する。先に抽出したターゲットデータを利用し、座標変換と観測精度の検証を行う。変換方法は、スキャナーを鉛直方向(地表面に対して水平)に設置して行っているため、円柱座標系であり、鉛直方向Z軸の回転、XY面の平行移動及び高さの移動による。座標系が統一されたのち、データ合成を行う(図-3、写

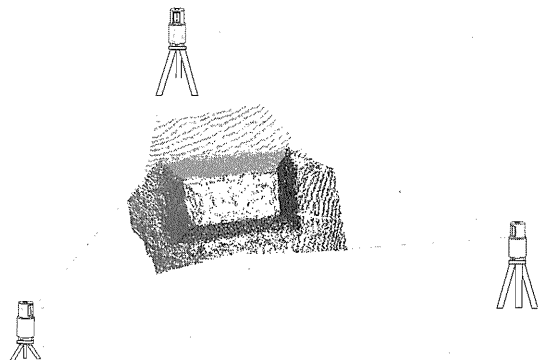


図-3 計測画像の合成

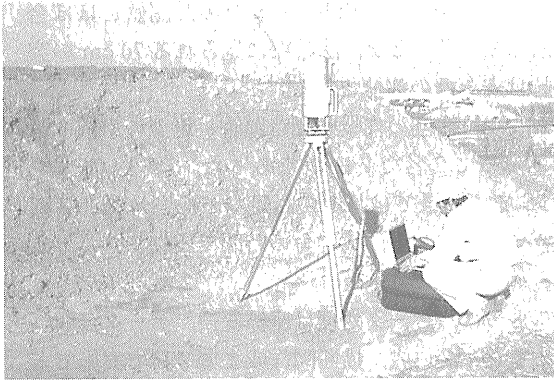


写真-3 計測状況

真一3参照)。

#### (c) 1mメッシュ自動生成

合成されたデータより、障害物などのデータの除去を行った後、1mメッシュの自動生成を行う。現地計測において、1m<sup>2</sup>に1点以上のデータが取得されており、近接の3点より面を定義することで、格子点の高さを自動計算する。

#### (d) 土量計算

上記によって求めた1mメッシュのデータより土量計算を行う。

メッシュ法では、計画図面より、計画高を10mピッチで取得し、1mメッシュの計画高は、比例計算によって内部計算させる。1mメッシュの現況高と計画高より各メッシュの切盛り量を算出する。これを10m×10m(121の格子点)で集計することで、10mメッシュの土量を求める。これによりレーザースキャナーによる地盤高の誤差は平均化される。

## 5. 土量計測への適用

本システムの土量計測への適用例として、「東鷲宮土地区画整理事業造成工事」(埼玉県鷲宮町)のサーチャージ盛土量計測について紹介する。土量を求める方法としては、断面法、メッシュ法、等高線法などがあるが、今回は、メッシュ法と断面法により土量が求められるように、盛土形状の三次元データを取得することにした。

### (1) 計測の内容

今回の適用に関して、計測のポイントをまとめ

ると次のようになる。

- ① 計測範囲は約10ha(おおよそ400m×250m)あるので、既存のメッシュ法(10mメッシュ)による土量計測と同等の成果が得られるようにした。
- ② 1回の取得データ数が約10万点程度になるようにスキャナーの解像度を設定した。
- ③ 重機は数台入っていたものの、大きな障害物はあまり無かったので、スキャナーの設置位置の間隔を約60~80mにして、16箇所の設置位置を決定した。設置間隔は、レーザー点数予測式<sup>1)</sup>から決定し、データ取得間隔の粗い部分を他の計測により補えるように配慮した。
- ④ 現地形状に合わせて設置位置を7箇所補充し、計23箇所(うち2箇所は同じ場所から方向を変えて計測)から計測を行うことにした。これによって100m<sup>2</sup>当たり、データ密度が粗い場所でも200~300点程度の点数が取得できる。また、現地地形を再現するには、全範囲に万遍なくデータを必要とする。
- ⑤ 計測した23箇所からのデータを合成し(図-4参照)、1mメッシュの点数(約10万点)にすること(図-5参照)で全体を平均化し、形状を再現した。図-6に全体区域合成図を示す。

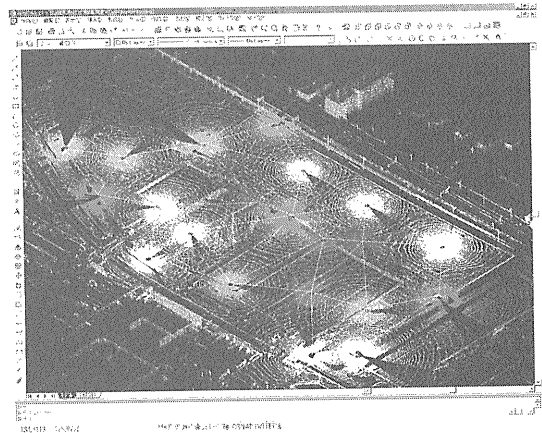


図-4 計測データ合成図

### (2) 計測精度と作業時間

図-8はレーザースキャナーによる生データとRTK-GPSによる計測結果を重ね合わせた結果



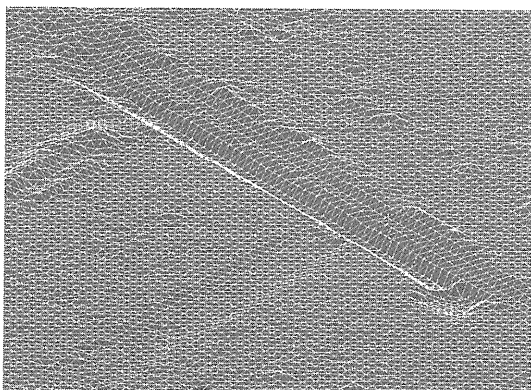


図-5 1mメッシュ図

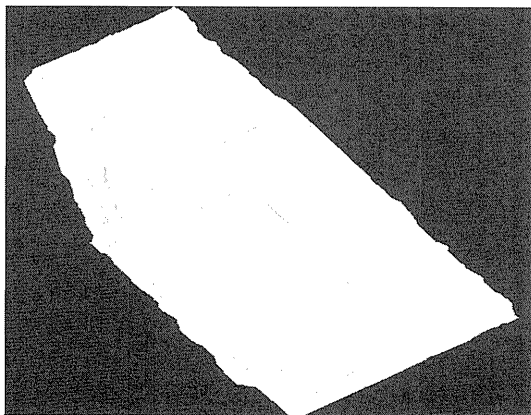


図-6 全体区域合成図

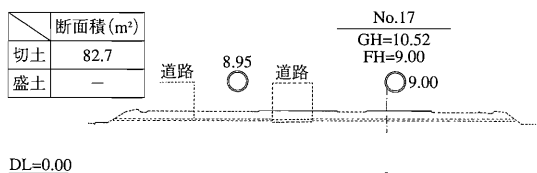


図-7 横断面図例

断面図(法面部分)の比較

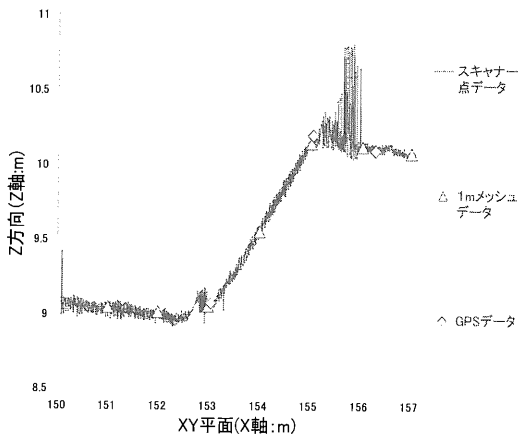


図-8 レーザースキャナーとRTK-GPSのデータ比較

の一例である<sup>2)</sup>。RTK-GPSでの計測値とほぼ合致している。なお、法肩部に見られる70cmの突起は安全柵の部分である。

また、今回の作業時間は踏査・選点の事前準備を含めて2名で2日間であった。RTK-GPSやTSでの測量では基線の設定などを含めて4日は要することから、約半分の時間で実施できたこととなる。

さらに、データ処理は座標変換、データ合成、メッシュ図作成、横断面図作成まで2日で実施できた。図-5から図-7の成果品はTSやRTK-GPSのデータからは出力できない高密度の成果となっている。

### (3) 付属成果

現地で計測した画像をVRML (Virtual Reality Modeling Language) 形式に変換して、任意の視点から景観を再現することができる。図-9は工事区域とその周辺の景観であり、工事の進捗状況等をより視覚的に説明することに役立つ。

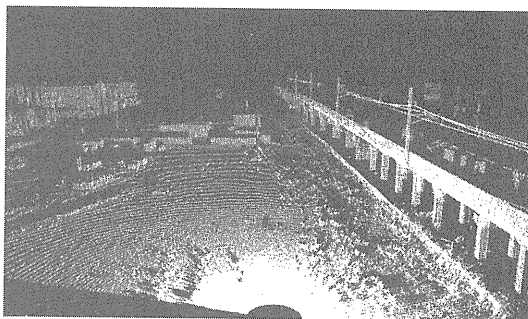


図-9 VRMLによる周辺景観の再現

## 6. おわりに

地上型レーザースキャナーを用いた地形計測はまだ開発が始まったばかりである。本報文では主に、土量計測に関する部分を紹介したが、計測方法からデータ処理方法まで、レーザースキャナーの特性を生かした一貫したシステムを構築することができたと考えている。

膨大なデータ処理を実施した結果、従来に比べ稠密な形状データから土量を算出することが可能となった。今後、成果品である図面作成や土量計算書作成について、更に自動化できるよう検討し

ていく予定である。

さらに、今回適用した地上型レーザースカナーは、非接触で大量の地形データを短時間に収集できる特性から、立入り不能な危険箇所の形状計測、複雑な配管図面の作成、構造物や法面の変位量計測など、他の用途への応用も期待される。今後は、これらの用途に特化した処理方法を確立していく予定である。

J C M A

#### 《参考文献》

- 1) 村山盛行, 大津慎一, 佐田達典, 清水哲也: 3次元レーザーミラースカナーによる形状計測システムの精度検証, 第25回土木情報システムシンポジウム講演集, 2000年10月
- 2) 村山盛行, 大津慎一, 佐田達典, 清水哲也: 地上型レ

ザースカナーによる土量計測システムの開発, 第26回土木情報システムシンポジウム講演集, 2001年10月

#### 【筆者紹介】

佐田 達典 (さだ たつり)  
三井建設株式会社  
技術研究所エンジニアリング研究開発部  
生産情報研究室  
室長



大津 慎一 (おおつ しんいち)  
三井建設株式会社  
技術研究所エンジニアリング研究開発部  
生産情報研究室  
研究員



## // 新刊 //

現場技術者のための

# 建設機械整備用工具ハンドブック

- ・ 建設機械整備用工具約180点の用語解説と約70点の使い方を集録。
- ・ 建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A5判 約120頁

■ 定 価 : 会 員 1,050 円 (消費税込)、送料 420 円

非会員 1,260 円 (消費税込)、送料 420 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

TEL: 03(3433)1501 FAX: 03(3432)0289

## 特集 IT と建設の機械化

# IT 利用による自動化搬送システムの開発 — 建築工事における仕上・設備資材の 揚重作業を対象として —

浜田 耕史・堂山 敦弘

建築工事における仕上・設備資材を仮設のリフトやエレベータで搬送する作業は、特に超高層建物の施工において隘路となり、効率化が求められている。今回開発した自動化搬送システムは、大阪市内の超高層建物に導入された。自動化搬送システムは、自動フォークリフト（AGF：Automatic Guided Fork-lift）と建設資材材に対応したラック棚、移載装置等の自動化設備とインターネットを利用した揚重管理システムによって構成される。システムの適用結果から、自動化設備を使用した揚重作業の効率（単位時間当りの揚重量）は、在来の揚重方式に比べ、約 1.44 倍と高くなった。また、揚重管理システムによって、いつでも、どこからでも揚重機の予約状況を確認しながら予約ができ、関連業者や管理者の業務を約 80% 軽減した。

キーワード：建築，仕上工事，超高層建物，揚重，搬送，自動化，インターネット，IT

## 1. はじめに

建築工事における仕上・設備資材を仮設のリフトやエレベータ（以下、揚重機と略す）で搬送する揚重作業は、特に超高層建物の施工において隘路となり、効率化が求められている。また、資材材の搬送作業そのものは付加価値が低く、機械化・自動化を進展させたい要素でもあり、技術開発のニーズは高い。

本報文では、自動化搬送システムを紹介すると共に、開発過程での IT 利用についても言及する。

## 2. IT 利用と自動化搬送システム

### (1) システムの開発過程における IT 利用

一般製造業や物流業では、工場内の製品の搬送や配送センター、店舗等の拠点間の物流を最適化するために、離散事象シミュレーション等の IT

利用による計画手法が用いられる。その一つである Arena を用いて、超高層建物における搬送作業を事前評価した。Arena は、シミュレーションを実行する本体機能（SIMAN 言語）と実行結果をアニメーション表示する（Cinema）によって構成されている。エンティティ（entity、シミュレーション対象物。ここでは工事現場に搬入される資材）の発生、搬送設備の要求・開放、搬送、保管、加工処理、判断といった様々なモジュールを組合せることで、容易にモデルを構築することができる。シミュレーション結果から、工事現場への搬入トラックと揚重機の間にはストックヤードを設けることで、搬入に影響されていた従来の揚重作業の効率が著しく改善されることが明らかとなった<sup>1)</sup>。

この事前検討結果を踏まえ、1995 年に 56 階建ての超高層建物を対象に、

- ① 建物の 1 階部分にストックヤードを設置、
- ② 自動化搬送設備の開発、

③ パソコンによる揚重管理システムの開発、を特長とする自動搬送システムを開発・導入した。IT 利用によって揚重機の実績データを自動収集して評価した結果、当初の目標を上回る成果を得た<sup>2)</sup>。この適用から、

- ① 狭いスペースでの適用、
- ② よりフレキシブルな搬送、
- ③ 夜間自動揚重の実現、
- ④ 揚重予約データのパソコンへの入力手間の軽減、

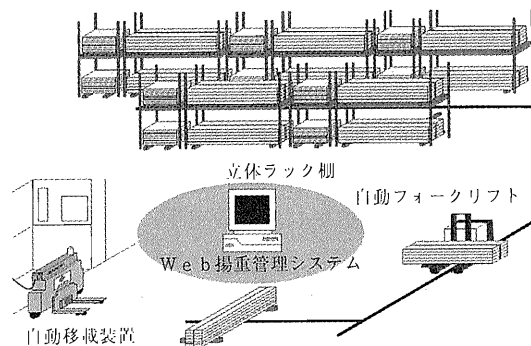
といった課題が残された。特に④については、進展の著しいインターネットを利用して協力会社間で揚重機の予約情報を共有することで、揚重荷重の分散が期待できた。また、従来は各協力会社からの Fax や電話連絡による揚重申込みデータを工事事務所の職員が入力していたが、Web を利用することによって協力会社の事務所からの入力が可能となり、職員の省力化が見込まれた。

上記の課題を解決して揚重効率をさらに高め、揚重機の設置台数を少なくして揚重関連費用を削減することが、今回の最終的な開発目標である。

(2) 自動化搬送システムの概要

今回開発した自動化搬送システムの概要図を図一1に示す。図のように、自動化搬送システムは、自動フォークリフト (AGF: Automatic Guided Fork-lift) と建設資機材に対応した立体ラック棚、自動移載装置等の自動化搬送設備と、インターネット利用による Web 揚重管理システムによって構成される。

自動化搬送設備は物流業等で用いられる立体自動倉庫を建築工事現場内に導入した概念である。



図一1 自動化搬送システムの概要図

夜間に資機材を搬入することなく夜間無人揚重作業を可能とするバッファの役目も担う。

Web 揚重管理システムは、揚重作業量を事前に山崩して揚重荷重を均一化し、自動化搬送設備を有効活用できるように統括管理する。

本システムは、建設 CALS/EC 実証実験の対象となった表一1に示す大阪市内の新築工事に適用された。

表一1 自動化搬送システム適用現場の概要

工事名称	大阪第5合同・法務総合庁舎 (1工区) 新築工事
発注者	国土交通省近畿地方整備局
用途	庁舎 (大阪高等検察庁ほか)
施工場所	大阪市福島区福島1丁目
工期	平成10年3月17日～平成13年10月末予定
構造	S造、一部SRC造
階数	地上24階、地下3階、塔屋2階
敷地面積	11,140.20 m <sup>2</sup>
建築面積	2,233.32 m <sup>2</sup>
延床面積	62,581.60 m <sup>2</sup>
最高高さ	120.00 m

3. 自動化搬送設備

自動化搬送システムの適用工事では、システム導入による揚重効率の向上により当初の揚重機設置台数を削減した。このため、仕上工事の最盛期には最大で1日に4時間程度の残業を見込んだ。自動化搬送設備は、残業時間帯の揚重作業を中心に、仕上工事で多用されるボード類、軽鉄材や設備の盤といった定型化された資材を主な搬送対象として使用した。

仮設の立体自動倉庫となる1階部分のレイアウトを図一2に示す。資材を積載したトラックは3通りと4通りの間から建物内に入り、仮置きヤードに荷降しされる。AGFはホームポジションから資材を無人で入出庫し、人荷EV (図中のHCE 2800 BS) まで無人搬送する。人荷EV内の自動移載装置が資材を自動で受取り、所定階において自動で荷降しする。この工事では、人荷EVの他に、人専用EV (HCE 990 BS) も設置した。

(1) AGF と立体ラック棚

写真 (グラビア参照) に示す AGF の可搬重量は 1,500 kgf (質量 14,710 N) であり、走行方式には信頼性の高い電磁誘導方式を採用した。

仮設備として利用するために、走行面に溝を

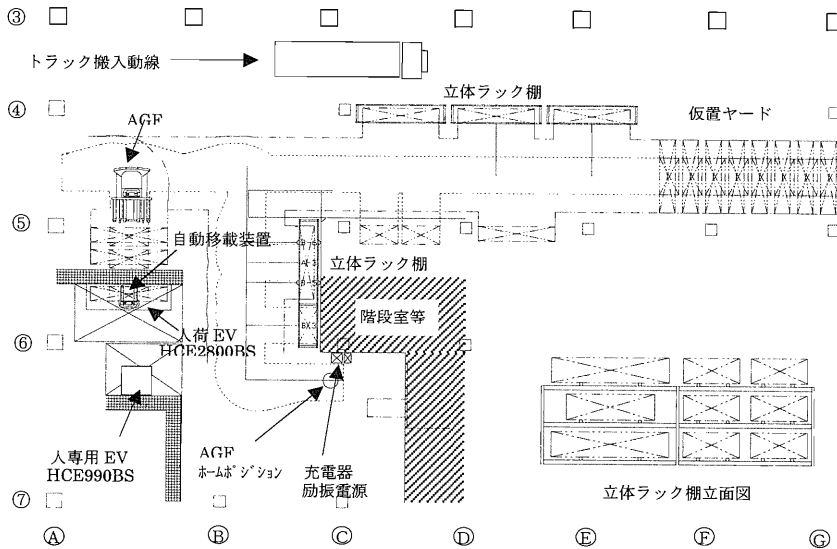


図-2 工事現場の1階レイアウト

設けることなく誘導線を設置した。一般製造業等で多用される AGF の標準機種をベースに、建築工事で必要となるセンサ、無線装置や特有の制御ロジックを組込むことで開発コストを抑えた。揚重機前の荷取り場では、自動移載装置との干渉防止のためにインターロック信号の授受により装置間の同期をとった。

狭所に対応した多段式ラックを採用することで、フレキシブルな入出庫が可能となった。ラック棚は、対象資材の形状に合せた 2 m と 4 m の 2 種類の幅のものを用意した。各ラックには番地が定められ、AGF の車体制御盤に番地を入力することで搬送作業が最大 99 回まで連続的に実行される。ラック棚で事前に梱包材を除去したり、各階に少量ずつ揚重する資材を他の資材と混載することで、揚重作業は効率化した。

## (2) 自動移載装置

AGF によって搬送された資材を受取る状態の自動移載装置の外観を写真（グラビヤ参照）に示す。

自動移載装置は、人荷 EV 内に取付けられ、オペレータのボタン操作によって、荷積み・荷降しを自動的に行う。移載作業の自動化により、揚重時間の短縮と荷積み・荷降し作業員の省力化を可能にした。装置の可搬重量は 2,000 kgf (質量 19,613 N) で、EV から直接電源を供給されて動

作するため、バッテリーを搭載する必要がなく、自重は 800 kgf (質量 7,845 N) と軽量である。EV から容易に取外すことができるため、作業員の移送時には障害とはならない。また、軽量の資機材や網台車の揚重時には、装置を取外して人荷 EV の搬器を最大限に利用できる。

## 4. Web 揚重管理システム

### (1) システムの構成

Web 揚重管理システムの機能構成を図-3 に示す。各協力業者の事務所に設置された端末からインターネットに接続することで、以下の項目を実行できる。

- ① 揚重申込み状況の確認
- ② 新規の揚重申込み
- ③ 揚重申込みの削除や修正
- ④ 確認された揚重スケジュールの確認
- ⑤ 揚重作業終了後の実績の確認

揚重申込み時には、資材・揚重機・揚重階・揚重回数を入力すると、揚重作業の制約条件から申込みの可否が判定される。揚重可能であれば、推定所要時間が提示され、予約申込みが実行される。

揚重申込み端末は協力会社の事務所や工事事務所に設置されたインターネットを利用できるパソコンである。利用者は Web ページを通して揚重

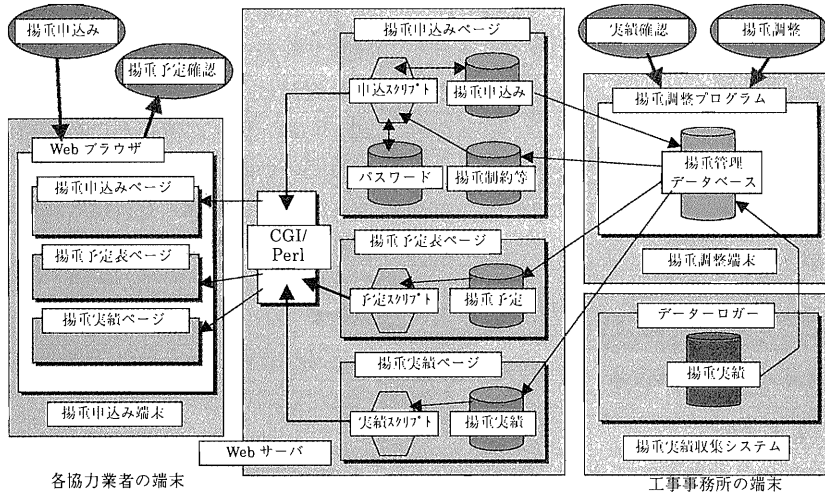


図-3 Web 揚重管理システムの構成

の申込みを行う。

Webサーバは、揚重申込み端末での操作に応じてスクリプトを実行する。スクリプトにはCGI/Perlを利用するため、一般のインターネットサービスプロバイダーが提供するホスティングサービスを利用できる。

揚重調整端末は揚重調整を行うプログラム用のパソコンで、工事事務所に設置する。揚重調整端末では、Webサーバから1週間分の揚重申込みデータを取込み、一定の手法に基づく自動調整と簡単なマウス操作による手動調整で揚重予定を作成し、サーバに揚重予定として転送する。また、事前に揚重機のクライミングや工事現場の休日等

の制約条件を作成することで、サーバに揚重制約として転送する。揚重実績収集システムより得られた揚重実績データを受取り、揚重予定と比較して表示できる。

図-4は、申込み状況を示したカレンダー表示画面で、揚重機を使用したい日を選択することで図-5に示すバーチャートによる詳細な申込み状況を確認できる。また、写真-1のように、携帯電話からもWeb揚重管理システムの利用が可能であり、協力会社の担当者は工事現場に直接赴くことなく、外出中にも揚重予約状況の確認や予約申込みが実現できる。



図-4 カレンダーによる入力画面

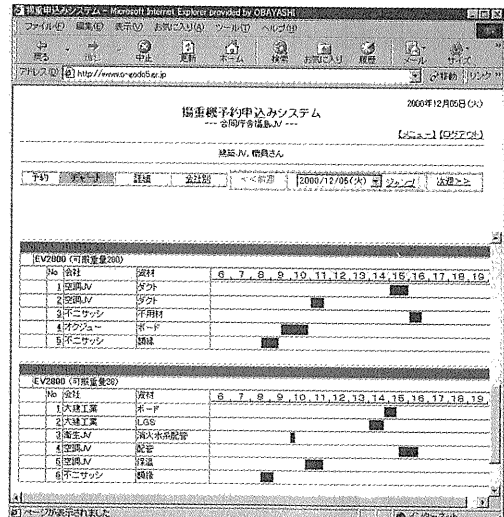
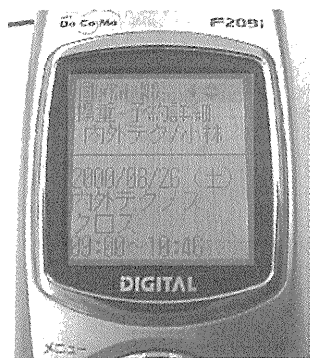


図-5 予約状況表示画面



写真一 携帯電話の画面

(2) システムの運用

システムを導入した工事事務所では、JV 職員と協力会社担当者間で1週間に一度、次週の揚重予定を調整するための揚重調整会議が開かれた。この打合せに先立ち、揚重管理者はWebサーバから揚重申込みをダウンロードし、同時に当該期間(1週間分)の申込みを締切る。揚重予約の調整後は揚重予定をWebサーバにアップロードした。打合せ時には、パソコンの揚重予定画面を会議室のスクリーンに投影し、関係者に周知させた。この他、揚重申込みの受け付けは3週間前から実施し、マスター情報の更新や揚重実績のアップロードは随時行った。

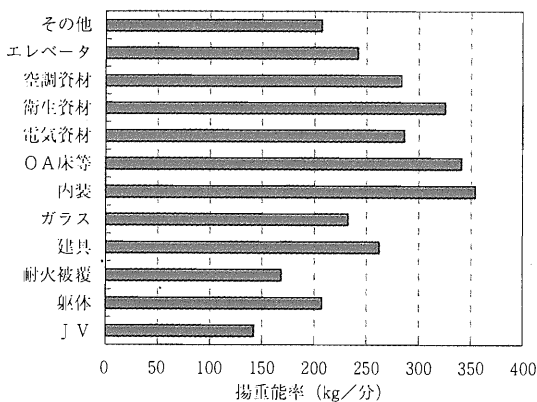
5. 適用結果

(1) 自動化設備

2000年10月から2001年3月までの、約6ヵ月間の揚重実績収集システムに蓄えられたデータを分析することで自動化設備の適用実績を評価した。

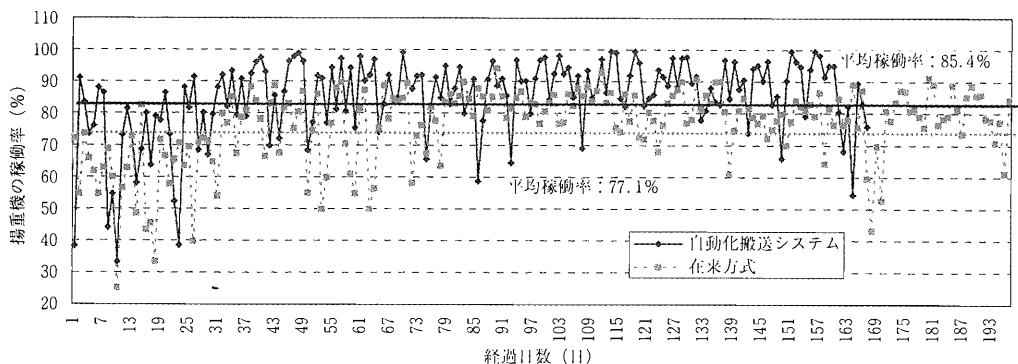
揚重作業のピーク時には、1日平均2時間程度の残業で作業を消化した。自動化搬送システムで扱った資材は、内装資材の約8割となった。

図一6は、揚重対象ごとに揚重重量の合計値を揚重時間の合計値で除した数値を比較したものである。つまり、揚重する資材の比重や荷姿などの特性に左右されるものの、単位時間当りの揚重重量の平均値であり、数値が大きいほど効率よく作業が実施されたと判断する目安となる。AGFや自動移載装置といった自動化設備によって揚重した内装材の揚重能率は高かった。



図一6 対象資材ごとの揚重能率

揚重作業の効率を評価する指標として、揚重機の稼働率を分析した。ここでの稼働率の定義は、1日当りの揚重時間を1日の正味作業時間で除した値とした。図一7に稼働率の日ごとの推移を、在来の揚重方式による同規模の物件での実績と比較して示す。自動化搬送システムを用いた揚重機の稼働率は85.4%、在来方式は77.1%となった。これらの値は、過去の施工実績に比べ極めて高い



図一7 揚重機の稼働率の推移

値である。いずれの工事においても揚重作業を専任するチームが従事したため、揚重機の空き時間にも臨機応変に作業を遂行した結果等によると考えられる。自動化搬送システムの適用現場では、揚重機の空き時間にも立体ラック棚に収納された資材を揚重できるなど、融通性がより高くなった。

揚重実績に関する各種の指標を、在来方式を100とした割合で示したものが図-8である。

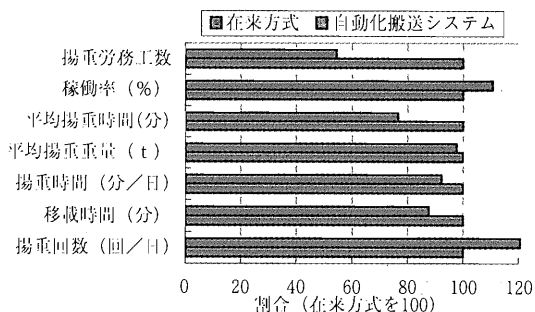


図-8 在来方式との比較

在来方式と比べ平均揚重重量は同等であったものの、他の揚重実績は在来方式を上回っており、効率的な揚重作業が実現したことが分かる。特に自動化設備の導入により、揚重関連労務を約45%省力化した。これらの指標を基に、単位時間当りの揚重量を算出すると、自動化搬送システムは在来方式の約1.44倍となることが分かった。

(2) Web 揚重管理システム

2000年9月から2001年3月までの約7ヵ月間にわたるWeb揚重管理システムの利用状況について、サーバに蓄えられたログデータを分析した。この結果、アクセス件数は約2,700件で32業者が利用し、1週間当たり平均で約84回となり、1日最大で45件のアクセスがあった。設備関連業者が55.4%を利用し、建築仕上業者の利用割合は26.4%となった。工事事務所内のパソコンからのアクセスが7%となり、大半が協力業者のバックオフィス等からの利用となった。

図-9に時間帯別のアクセス状況を示す。工事現場の定時作業時間帯(午前8時から午後5時)でのアクセスは全体の約6割であったが、深夜や早朝といった時間外や、工事事務所の休業日にも全体の2.0%程度の予約受けが行われていた。

以上のように、「いつでも」「どこからでも」揚

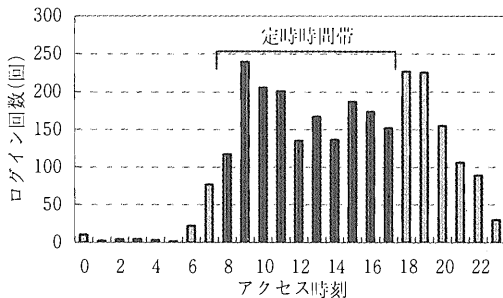


図-9 アクセス時刻の分析結果

重予約が可能となり、インターネットを利用した効果が活かされていた。この結果、揚重管理者による予約データの入力や揚重調整作業時間が従来の約20%となり、業務が大幅に軽減された。

システムのユーザに対して実施したアンケート調査結果の一部を表-2および図-10に示す。

表-2 アンケート対象者の概要とアクセス回数

質問項目	平均	範囲	単位
年齢	34.0	22~50	歳
就業年数	12.3	1~28	年
パソコンの経験年数	2.9	0~8	年
インターネットの経年数	1.4	0~3	年
会社へのパソコン導入年数	8.3	1.8~13	年
会社でのインターネット契約年数	2.5	1~6	年
会社でのパソコン使用時間	3.7	0.3~12	時間
1回当たりのアクセス時間	10.7	0.5~20	分
申込み状況確認のためのアクセス回数	3.1	1~14	回/週
新規揚重予約のためのアクセス回数	2.2	1~7	回/週
揚重予定確認のためのアクセス回数	1.6	1~5	回/週

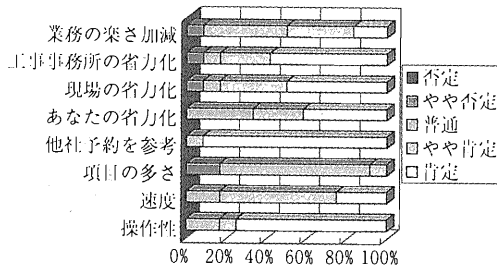


図-10 アンケート調査結果

図-10は、図中の項目に関する設問を否定から肯定までの5段階で評価した回答の割合を示す。図のように「否定」に対する回答は全くなかった。表-2のように、インターネットやパソコンに対する経験の浅いユーザが多かったにもかかわらず、1回当たりのアクセス時間は単純平均で約10分であり、操作性や速度に対する評価は高かった。また、ユーザの大半は、他社の予約状況を参考に



しながら自社の揚重予定を計画しており、情報共有によるメリットが活かされ、工事事務所での揚重調整業務が軽減した。システム利用による省力化についても肯定的な回答が多く、高い評価を得た。

## 6. おわりに

仕上・設備資材の搬送作業の効率化を目指し、ITを利用して自動化搬送システムの開発を進めてきた。新規開発の自動化設備によって狭所のスペースにおいても夜間の自動揚重作業も含めたフレキシブルな搬送を実現し、インターネットによる情報共有によって揚重管理業務を軽減した。

Web揚重管理システムは、躯体工事の鉄骨や型枠、鉄筋といった資材を扱うクレーン等の揚重機の予約や、資材を現場に運び込むトラックなどの搬出入管理にも利用できるように改造を加え、3つの工事現場に適用している。

今後、自動化搬送システムの適用対象範囲を、さらに拡大するように改善していく所存である。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 浜田, 他: 建築工事における搬送作業の自動化に関する研究(その1), 搬送作業の実態把握と評価の方法, 第15回建築生産シンポジウム論文集, 1999年7月
- 2) 浜田, 他: 超高層建物における仕上資材自動搬送システムの開発, 大林組技術研究所報, 1996年2月
- 3) 浜田, 他: 建築工事における搬送作業の自動化に関する研究(その2), 自動化搬送システムの開発と適用結果, 第17回建築生産シンポジウム論文集, 2001年7月

### 【筆者紹介】

浜田 耕史(はまだ こうじ)  
株式会社大林組  
技術研究所  
建築生産システム研究室  
主任研究員



山山 敦弘(どうやま あつひろ)  
株式会社大林組  
技術研究所  
建築生産システム研究室  
研究員



# 建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々そして一般の方々で、建設事業に関心のある方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) Tel.03-3433-1501 Fax.03-3432-0289

## 特集 IT と建設の機械化

IT を活用した無人調査機械の  
開発

千葉 誠・熊井 敬明・吉住 年行・鈴木 昭彦

災害時には、現場の状況をいかに迅速に把握できるかがその後の対策に大きく影響する。平成12年3月に発生した有珠山噴火災害の際には、広域にわたり立入りが規制され、二次災害が想定される区域における調査活動が困難であり、災害対策に必要な調査が制約された。このような経緯を踏まえ国土交通省北海道開発局では、安全に各種調査を行的確な情報を収集するために、ITを活用した無人調査機械を開発導入した。

キーワード：災害調査，無人調査機械，無人ヘリコプター，遠隔操作，自律航行，IT

## 1. はじめに

危険地帯や、災害現場など立入りが規制され人が近づくことのできない危険な場所でも汎用の電波を使用し遠隔操縦や自律制御により安全、迅速に陸上並びに空から当該区域の各種調査活動を行い、より精度の高い情報を収集できる無人調査機械を導入したので、これらの概要、機能、システム等について報告する。

## 2. 無人災害調査車の概要

無人災害調査車（写真—1 参照）は、移動操作車、調査車、無線中継車の3台で構成され移動操作車内において他2台を操縦するもので、移動操作車から見通し距離1km（電波、地形等作動条件によって異なる）以内での調査が可能である。また、無線中継車を介せば見通しのきかない場所でも調査が可能となる。調査車と無線中継車は異なる調査機能を持っており必要に応じて入替えることにより多様な情報収集をすることができる。

調査車・無線中継車は、3tクラスの非搭乗式の建設機械をベースとし各種調査のための機器装置

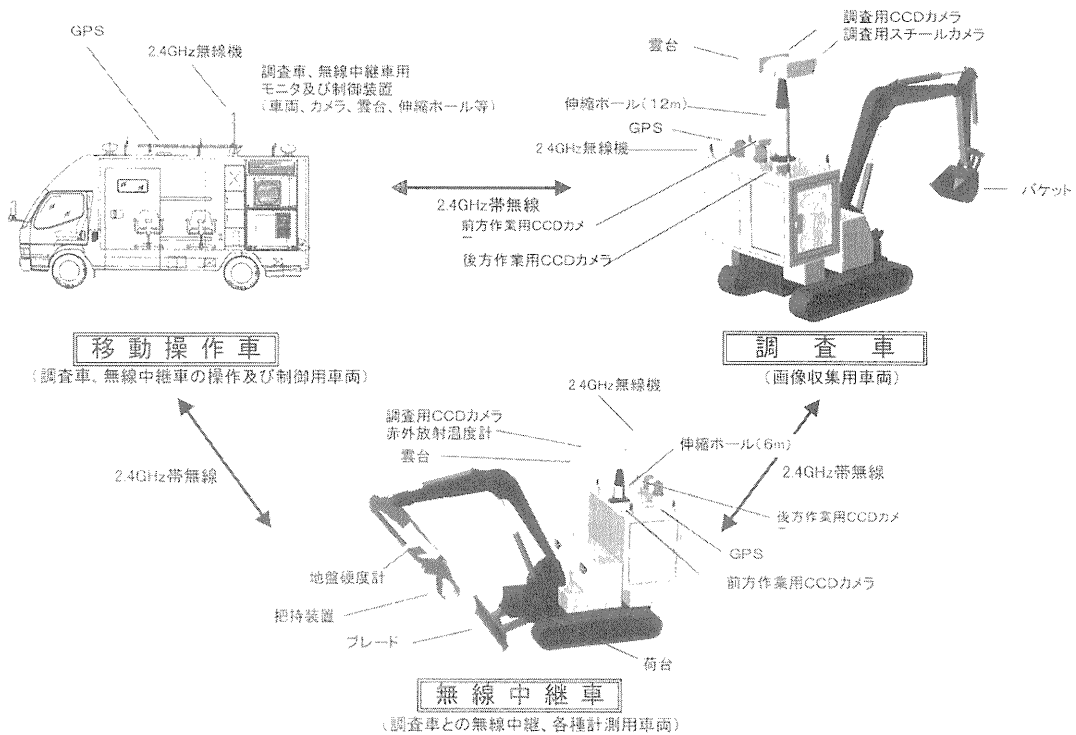


写真—1 無人災害調査車

を架装している。

## (1) システム構成と機能

通信システム用機器は、遠隔操縦用に1台、GPS基準局補正情報および調査車・無線中継車からの位置情報転送用に1台使用している。このデータ用無線機はスリーブアンテナとコリニア(Colinear)アンテナで送受信されている。調査時に用いる通信機器は、画像伝送用、データ伝送用の2系統を2.4GHz帯のスペクトラム拡散変調方式無線(SS無線)を用いている。



図一 無人災害調査車システム構成

画像用は直接送信並びに中継用として各車両に2台搭載している。データ伝送用は狭域帯のSS無線を3台、カメラ操作及び計測データ伝送用に1台搭載している。また、メンテナンス時や映像伝送を必要としない目視運転の操作用として400MHz帯の特定小電力無線機も使用している。

位置情報は、リアルタイムキネマティックGPS方式(RTK-GPS)を使用している。これらの通信機器、方式を使い遠隔での対応を図っている。システム構成を図一に示す。

## (2) 移動操作車

移動操作車は、2tトラックをベースに操作室を架装、車載のディーゼル発電機(3.1kVA)より電源を供給、各システムを稼働させている。操作室内(写真一2)参照には、調査車、無線中継車から送られてくる各情報(映像、位置、運航軌跡データ、地盤硬度、温度)を映し出すモニタ類が設けられ、オペレータはこの情報を見ながら各操作を行っており、これらのデータを車内で蓄積している。

操作席は調査車、無線中継車用に各一席設けら



写真一2 移動操作車室内

れ前面には、20インチモニタが設置され、調査車搭載カメラ4台、無線中継車搭載カメラ3台の画像がリアルタイムで映し出される。必要に応じ分割画像と専用画像を切替えて操作でき、映像は車載ビデオ部に録画される。また位置情報はRTK-GPSを使用し基地局との補正により位置関係をモニタしている。

## (3) 調査車

調査車は調査用のデジタルスチールカメラと高

感度 CCD カメラ（最低被写体照度 0.02 Lx，10 倍ズーム）が 12 m の昇降装置（伸縮ポール）先端の雲台に装備され，車両前後には，操作用 CCD カメラが 2 台，この 4 つの映像情報を移動操作車内に配信している。各カメラ操作は移動操作車からの指令により作動する。また 0.08 m<sup>3</sup> のバケットを装備し，土砂サンプルをブレード上部に設けられたサンプル収集箱に入れ，持ち帰ることが可能である。

通信機器用電源には発動発電機（2.4 kVA）を搭載し，各制御ボックスを車両後部に納め熱対策として油圧ホース類にワイヤレスブレード被覆を施している。

#### （4）無線中継車

無線中継車の車両は調査車と同じであるが装備に違いがある。赤外放射温度計（-50℃～+500℃）と調査用 CCD カメラとが雲台に装備され昇降装置は 6 m である。アームには把持装置（写真—3 参照）が装備され調査サンプルを掴むことが可能で調査車同様ブレードには収集箱が設けられている。

また，先端部に地盤硬度計が装備され，これにより調査地盤の硬度計測を行いデータは，移動操作車に送られる。



写真—3 把持装置

### 3. 小形無人ヘリコプターの概要

小形無人ヘリコプター（写真—4 参照）は，移動

操作車，自律航行型無人ヘリコプターで構成され，機体には電動雲台に懸架されたデジタルビデオカメラが搭載されている。この映像を画像用無線機で基地局に送り，動画表示モニタに表示する。カメラの操作はチルト，パン，ズーム，シャッター等が可能である。なお，必要に応じて，赤外線カメラに載せ替えが可能である。

機体 2 機と調査用映像装置一式及び基地局は，移動操作車に全て搭載され調査現場へ出動する。1 回の最大飛行時間は 80 分で，最大高度 150 m，距離 1.5 km まで飛行できる。また，何らかの障害で指令制御並びに基地局との通信が途切れた場合，機体側の GPS データに基づき基地局に自動帰還する。



写真—4 小形無人ヘリコプター

#### （1）システム構成

自律制御システムの構成を図—2 に示す。機体側には，姿勢センサ，GPS，データ用無線機を搭載している。姿勢センサは，地磁気方位センサと 3 つの角速度ジャイロ，3 つの加速度計により構成され，機体の姿勢角と方位角を検出する。GPS により，位置と速度を検出し，必要な精度を確保するために，RTK-GPS を採用している。また，データ用無線機は基地局から GPS の補正データや操縦指令を受取り，基地局へ機体の位置や姿勢角などの情報を送信している。

移動操作車内の基地局には，機体側の GPS に補正データを送るための基地局用 GPS およびパソコン，データ用無線機を設置している。パソコンは機体の状態をモニタリングするとともに，機体側へ操縦指令を送信するために用いられる。また，システムの安全性を確保するために，通常の

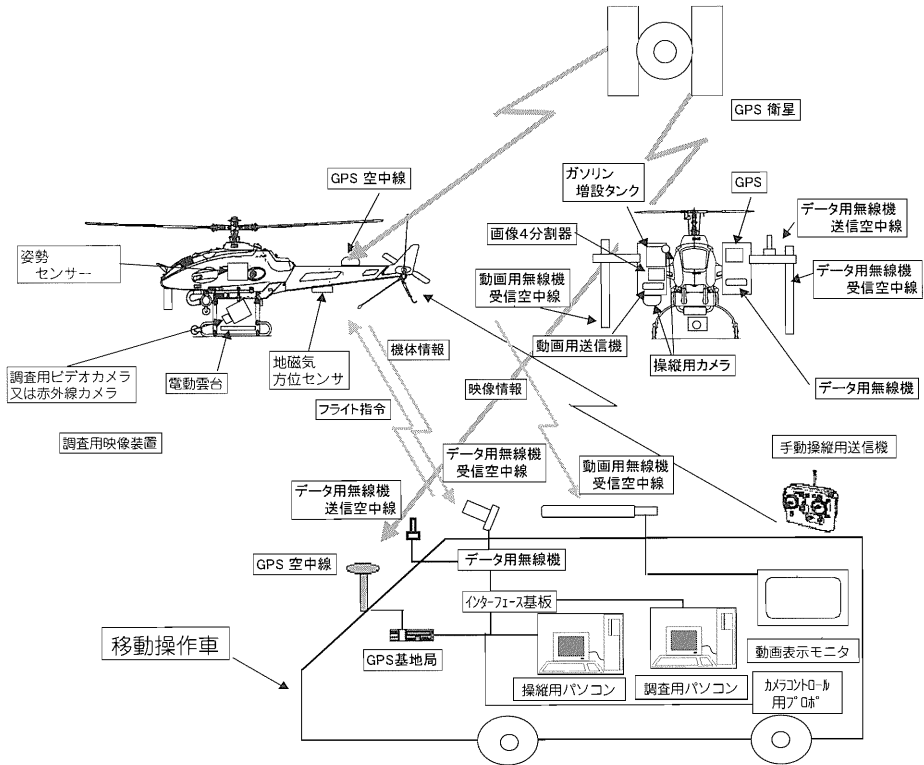


図-2 小形無人ヘリコプターシステム構成図

送信機を用いて操縦者がバックアップできるようになっている。

(2) 制 御

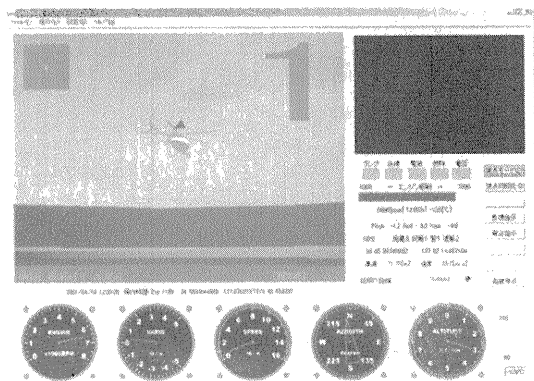
オペレータは、メイン、サブ、バックアップ、アンテナの4名で構成され、フライト時対応している。移動操作車を基地局と設定するが、GPSの高度誤差を考慮し離発着は、バックアップオペレータにより手動で操作する。

機体がある程度の高度に達し安定したら、移動操作車内のメインオペレータに操作をチェンジする。メインオペレータは移動操作車内（写真—5参照）の操作パソコン画面に指示を入力しサブオペレータは、搭載カメラの画角調整を担当している。

アンテナオペレータは、移動操作車外に置かれた追尾用アンテナを機体に向けデータ通信が途切れぬよう操作を行う。



写真—5 移動操作車室内



写真—6 飛行状況確認画面

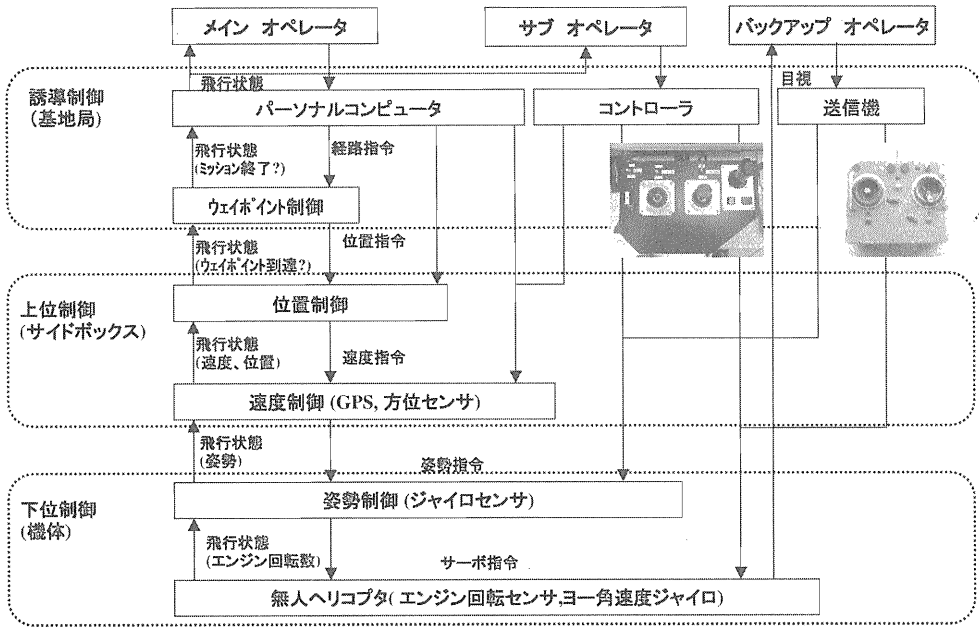


図-3 制御系統図

基地局には、機体から、映像、飛行データ（位置、高度等）、機体状況（エンジン回転数、水温、姿勢等）が送信され、オペレータはその情報をもとに指令を機体に与える（写真-6 参照）。

制御系統は、図-3 に示すように、誘導制御、上位制御、下位制御の3つの部分に分かれている。

誘導制御は基地局で行い、オペレーターとのインターフェース部分となる。上位制御は、機体のサイドボックス内（写真-7 参照）に搭載されているコントローラで行い、下位制御は機体本体に内蔵されているコントローラで行われている。オペレータからの飛行指令と実際の飛行状態差を演算して自律航行する。

マウス操作により簡単に飛行経路の設定を行う

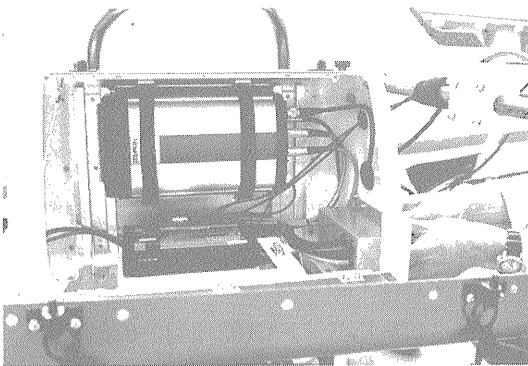


写真-7 機体サイドボックス内部

が、より高精度での設定は、キーボードから数値入力する。これらにより与えられた飛行経路に基づき基地局から機体側に目標速度が操縦指令としてリアルタイムに送信される。また、データはフライト前に機体側へ、一括して転送することもできる。机上において計画された飛行プランを事前に入力することによりパソコン内のメモリには、位置や高度が時系列に示されたフライト経路プログラムが格納される。

オペレータが、フライトを開始するために開始ボタンを押すとフライト経路に従い速度指示が基地局から機体側にデータ送信される。機体側はその速度指示をもとにして運動特性を考慮した滑らかな速度の変化となる目標速度量を計算する。更にその目標を達成するための目標姿勢角と目標位置を計算する。これらは、各センサより検出される。

位置情報は、RTK-GPS、方角は機体下部に搭載した地磁気方位センサにより検出されている。

GPS データより得られる目標位置・速度、姿勢センサから検出される姿勢角、これらの信号から目標値と計測値の差を取りフィードバック制御となるが、応答を素早く行うためには、フィードフォワード制御が必要となり、これら複数の信号から制御演算を行い、サーボモータ駆動の制御量

を指示, これにより速度, 位置, ピッチ角が目標指令に追従して安定的に機体が自律飛行する。

#### 4. おわりに

危険区域内でも安全に現場状況に接近して調査を実行できる機械として, 本機は, 国土交通省北海道開発局事業振興部防災・技術センターが管理・運用し現在, これらの機械を有効かつ効率的に活用するための調査技術の蓄積を図りつつ, 本格運用体制を整備している。 J C M A



【筆者紹介】  
千葉 誠 (ちば まこと)  
国土交通省  
北海道開発局事業振興部  
防災・技術センター  
防災課  
防災管理係長



熊井 敬明 (くまい のりあき)  
三菱重工業株式会社  
北海道支社  
支社長代理



吉住 年行 (よしずみ としゆき)  
シーエム・カスタムプロダクト株式会社  
相模事業部  
次長



鈴木 昭彦 (すずき あきひこ)  
ヤマハ発動機株式会社  
スカイ事業部  
開発グループ  
技師

## 絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、とても解いやすく表現している、新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

要因と正しい作業例

- ・物動式クレーン
- ・電動工具
- ・油圧ショベル
- ・基礎工事用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A5版 70頁 定価650円(消費税込) 送料270円

### 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

## 特集 IT と建設の機械化

# 統合型デジタル無線を利用した 遠隔操縦システム

小笠原 保・持丸 修一

災害救援や復旧工事に用いられている遠隔操縦建設機械の機能向上を目的として、長距離対応の統合型デジタル無線と高性能カメラコントロールソフトウェアを採用した。統合無線1波で、建設機械の遠隔操縦、映像の伝送、カメラ制御、各種の計測データなど無人化施工を支援する全ての情報を伝送する。TV会議システムを模したカメラコントロールの採用で、運転者の操作負担の軽減と作業装置の円滑・効率的な操作が可能となった。

キーワード：災害救援、災害復旧、無人化施工、遠隔操縦、デジタル無線、カメラ制御、IT

## 1. はじめに

遠隔操縦建設機械（ラジコン建設機械）を活用する契機となった、雲仙・普賢岳の火山災害も発生以来10年を経過した。以来、有珠山、三宅島など50を超える現場で災害救援や災害復旧工事で遠隔操縦建設機械を用いた無人化施工が採用された<sup>1)</sup>。

国土交通省も、2001年度各地方整備局等に「無人化施工相談窓口」を設置し、無人化施工の採用支援を行っている。国土交通省自身も緊急対応用、調査用等の遠隔操縦建設機械・システムを保有している。災害対応用として登録されている官民の遠隔操縦建設機械・システムが全国で100台近くある（<http://www.jcmanet.co.jp/saigai>）。国土交通省関東技術事務所が1991年度に新キャタピラー三菱株式会社と共同で開発した「未来型油圧ショベル（ACTEX）」も、走行と作業装置制御系の電子化と併せて遠隔操縦システムを基本装備として採用した。

同一現場で多数の建設機械を使用する場合、従来のように情報種別ごとの電波利用を行うと認可

された無線では不足する。無人化施工の高度化によって、操縦や映像伝送以外に、施工管理等に係わる情報が増している。従来は、50～60m程度離れた所から裸眼による遠隔操縦が主体であった。普賢岳や有珠山の災害復旧工事では、危険回避のため、500m～1km離れた操作室から建設機械を操縦している。このため、制御信号や映像をさらに遠くに伝送するために高出力無線も採用された。有珠山洞爺湖温泉街では、見通しの利かない市街地での災害復旧工事に無線中継技術の活用も検討された。このような背景の中で、無人化施工に使用される無線の高度利用が求められる事となってきた。

先出の未来型油圧ショベル（ACTEX）を無線の高度利用の先行建設機械として、

- ① 在来の近距離型無線装置（送受信機）に別途長距離無線装置を併設するためのインターフェースの追加、
- ② 新設のシリアル伝送ポートに映像並送機能を有する大容量長距離用無線装置を追加、
- ③ オペレータの目線に相当する位置に電動カメラシステムを新設しその映像を長距離無線装置で操縦者に提供、



の3機能の追加を行った。

本報文では、無人化施工に必要な全情報を1電波に集約、映像情報の取得の効率化を図るなどの無人化施工の効率化に向けた実証成果を報告する。

## 2. 新システム導入の背景と目的

1台の建設機械を遠隔操縦するために必要な情報として、建設機械の遠隔操縦、カメラの遠隔操作、カメラ映像、施工管理情報及び建設機械の状態監視情報等がある。従来は、これらの情報ごとに別個の無線が使用されており、1台の建設機械の遠隔操縦に2~4の無線が使用される。電波の有効利用を目的として、同一の電波に複数の情報を多重的に伝送する試みも行われているが一般化するには到っていない。

同一の作業エリアで複数の建設機械を用いる場合には、作業エリア全域を網羅する干渉の無い周波数の電波の確保が必須である。電波法で認められ利用可能な電波でこの条件を満たすためには、同一エリアで稼働する建設機械は、5~7台が限界である。この問題を解決し、同一エリアでより多くの遠隔操縦建設機械の稼働を可能とするための手法の一つに、一つの電波で複数の情報を多重的

に伝送する方法がある。

図1に、無人化施工を実現するために、離れた所にある建設機械と操作室間を伝送する情報と、伝送用の無線例を示した<sup>3)</sup>。表1右欄の統合型無線伝送路が新たに採用した多重伝送システムである。

従来の遠隔操縦建設機械は、特定小電力無線を使用して60m程度、微弱無線を使用し直近から、建設機械を操縦する方式であった。普賢岳の災害復旧工事では、危険回避のため、600~700m離れた操作室から建設機械を操縦している。このため、

- ① 建設機械やカメラ車に搭載したカメラの映像データや建設機械の操縦信号を遠くに伝送するための研究、
- ② 一つの電波で映像データや制御信号を多重に伝送する試み、
- ③ GPS等を用いた施工管理システムの構築、
- ④ 操作室で建設機械のコンディションを知るためのモニタリングシステムの開発、

など、無人化施工を支える様々な試みが行われ、無人化施工の範囲や効率が向上した。

さらに遠隔まで伝送路を延伸したい場合、建物の存在や地形条件によって電波の死角部が生じる場合、電波の中継を行う。多重化による無線の統

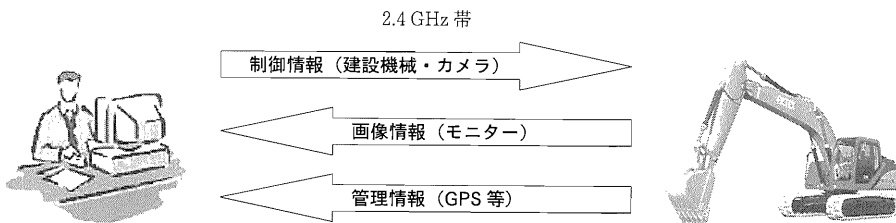


図1 建設機械の遠隔操縦に必要な情報と無線伝送路(例)

表1-1 遠隔操縦に必要な情報

情報種別	伝 送 信 号		伝送用無線 (伝送距離)	統合型無線 (伝送距離)
	操作室 → 建設機械	建設機械 → 操作室		
遠隔操作系 (テレコン)	建設機械操縦, カメラズーム, 雲台制御, カメラ切替		400 MHz帯 (60~100 m)	2.4 GHz 帯デジタル 双方向無線 (0.6~1 km)
画像等伝送系		搭載カメラ映像 音声 (エンジン音等)	・ 2.4 GHz 帯 (0.6~1 km) ・ 50 GHz 帯 (1~2 km)	
管理情報系	施工管理 (RTK-GPS データ等)	・ 施工管理 (地形測量データ等) ・ 建設機械の状態監視 (エンジン回転数, 建設機械傾き等)	400 MHz帯又は 2.4 GHz 帯	(オプション)

注：400 MHz 帯 (429.2500~429.735 MHz)：特定小電力無線  
 2.4 GHz 帯 (2.471~2.497 GHz)：小電力データ通信  
 50 GHz 帯 (50.44~51.10 GHz)：簡易無線

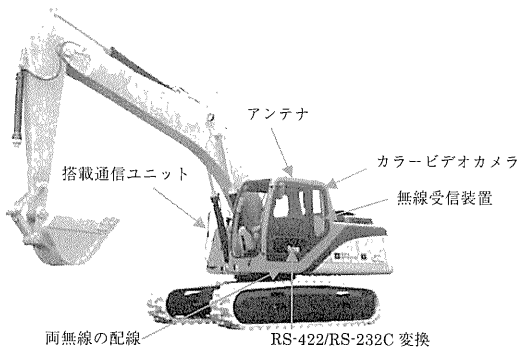
合によって、1無線で全情報の中継が可能で、無線中継システムの構築が極めて容易となる。

新システムは「未来型油圧ショベル (ACTEX) (20 t級/バケット容量 0.7 m<sup>3</sup>)」に搭載した。同機は、建設機械周辺状況監視の6台のカメラを含め、開発時点で想定した未来型装備をすべて装着したコンセプト建設機械である。400 MHz帯特定小電力無線建設機械による近距離型の無線遠隔操縦システムも装備しているが、カメラの映像の遠隔伝送は行っていなかった。「未来型油圧ショベル (ACTEX)」に映像を含めたすべての情報を一元管理することによって、シンプルな遠隔制御システムを実現した。

### 3. 新システムの構成、機能、効果

#### (1) 無線システム

映像、制御データ、施工管理情報の多重伝送を目的として、2.4 GHz帯のSS (スペクトル拡散) 小電力データ通信無線を用いた双方向多重伝送システムを採用した<sup>4)</sup>。



写真一 未来型油圧ショベル無線機器配置

写真一に未来型油圧ショベルに搭載した無線機器の配置を示す。

図一2に構成図、表一2に仕様を示す。

新しい無線を併設するために、既存の特定小電力無線装置の改造を行った。改造の目的は、新しい無線を併設するためのインターフェースを増設することが主であるが、伝送用無線のそれぞれが持つメリットに着目した。

#### ① 特定小電力無線 (400 MHz帯)

短距離伝送向きであるが、見通し環境が悪くても伝送可能。

#### ② 小電力データ通信 (2.4 GHz帯)

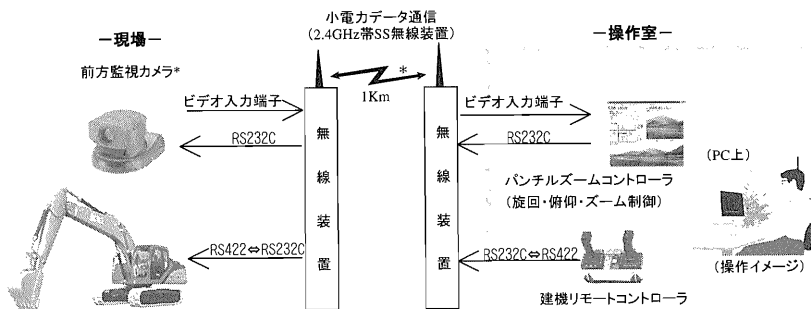
長距離伝送向きであるが、見通し環境に左右されやすい。

以上の検討結果から、現状の特定小電力無線局を生かした状態で小電力データ通信用インターフェース (RS 422) を実装し、複雑な切替え作業を必要とせず、使用する環境により伝送インフラストラクチャが容易に変更出来る構造とした。

具体的には、建設機械リモートコントローラに追加された小電力データ通信用コネクタの着脱の

表一2 双方向多重伝送システム仕様

無線部	空中線電力 電波形式 無線伝送速度 無線周波数帯 伝送距離	10 mW/MHz以下 スペクトル拡散 (直接拡散) 方式 最大 11 Mbps 2400~2483.5 MHz 見通し 1 km
画像部	ビデオ信号	NTSC方式コンポジット信号 (BNCコネクタ使用)
データ部	データ圧縮方式 伝送可能データ インターフェース	モーション JPEG 動画像、データ RS-232 C×2ポート (DEC仕様 (Dサブ9ピンオスコネクタ))
通信方式		全2重調歩同期方式
ボーレート		2400, 4800, 9600, 19200, 38400 bps
電源部	電源電圧 消費電流	AC 100 V専用アダプタ使用/DC 12 V 1 A



図一2 双方向多重伝送システム構成図

みで特定小電力無線局と小電力データ通信用インターフェース（RS 422）への出力との切替えが可能な構造となるように改造を実施した。

この改造により、重機メンテナンスなどの短距離伝送が必要とされる場合には、既存の特定小電力無線局を使用して送信機を手で持ち、立ち姿での操作が可能である。また、災害救援などの長距離伝送が必要な場合には、コネクタ接続のみで瞬時に小電力データ通信への変更が可能となる。

## （２）カメラコントロールシステム

操縦者が、建設機械の操縦、カメラの方向（旋回・俯仰）やズーム制御を同時に行くと生産性を阻害する。操縦者に、常に最適な角度と大きさの映像を提供するために、カメラシステム専用の操作員を配置した事例もある。

本システムでは、建設機械操縦者のカメラ操作負担を軽減して効率的な映像の追跡を行うことを目的とした支援ソフトウェアとして、

- ① 指定被写体の自動追尾、
- ② 指定被写体の画像サイズ一定化（自動ズーム制御）、
- ③ 映像の指定位置を画面の中心に設定するためのポイント指定方式（旋回・俯仰の調整は不要）、
- ④ カメラの可動範囲のどの場所を撮像しているかを明確化するための全領域ステレオ表示（静止画）システム、
- ⑤ 被写体の明るさ最適化、

などの機能を追加した。

今回の採用は、システムの有用性の実証を目的として、TV会議システムの映像監視機能として開発されたものを無人化施工に試行的に採用したものである。したがって、カメラや雲台の耐振構造や無線系データ伝送の場合によるデータの欠落（瞬断）への対応など無人化施工を前提とした仕様の変更は今後の課題である。

図-3に構成図を示す。今回は、図中のケーブル接続部に双方向SS無線を挿入、画像の遠隔伝送と雲台やレンズズームの遠隔制御を可能としたものである。

建設機械を効率的に操縦するためには、作業対象の精緻な映像と作業領域全体のマクロな映像の

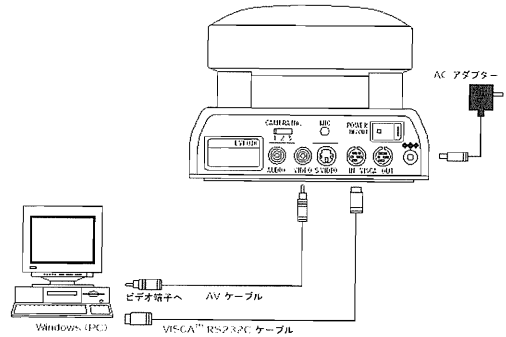


図-3 カメラコントロールシステム構成図

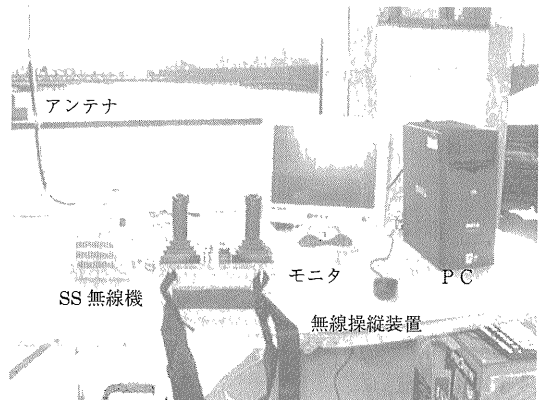


写真-2 操作室機器

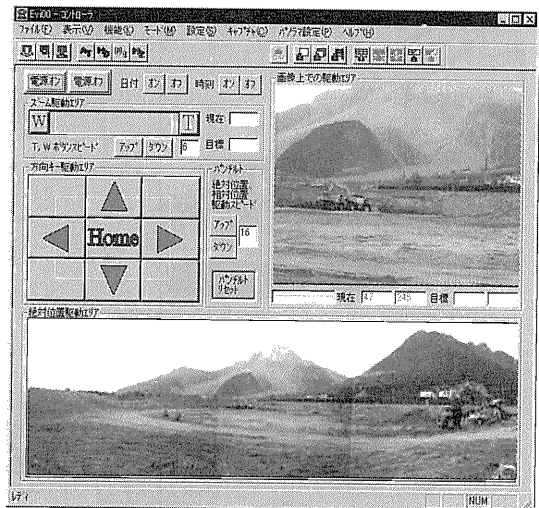


写真-3 コントロールパネル（モニタ画面）

双方が必要である。従来は、建設機械の作業エリアの全景を把握するために地上もしくは専用のカメラ搭載車両を用いていた。建設機械周辺の景観をマクロに把握するための水平200度、鉛直50度のパノラマ表示（静止画）の採用で、全景の中

での建設機械の位置付けが明確になるため、カメラの画角に依存し、限られた映像を頼りにした運転から、建設機械を中心とした現場映像を見ながら円滑な運転が可能となる。

写真—2 に操作室用の機器配置を示す。

写真—3 にモニタ画面中のコントロールパネルを示す。

カメラの方角を制御するために、操作キーを押し続けなくても、動画（ライブピクチャー）またはパノラマ映像（静止画）上をポイント指定すれば、その位置が中心となるようにカメラの旋回俯仰を自動制御する機能を有しているため、カメラ方位の最適制御は瞬時に完了する。

特定映像の追尾機能は、ダンプトラックなど移動性建設機械に極めて有用なシステムである。

表—3 にシステムの仕様を示す。

表—3 カメラコントロールシステムの仕様

信号方式	NTSC
有効画素数	768(H)×494(V) (38万画素)
水平解像度	460 TV 本以上
垂直解像度	350 TV 本以上
レンズ	電動 12 倍, $f=5.4\sim 64.8$ mm, F1.8~2.7
被写体照度	7~100,000 Lux
水平画角	4.3~48.8 度
水平旋回	水平±100 度 (最大 80 度/秒)
俯仰角度	上下±25 度 (最大 50 度/秒)
制御端子	RS 232 C
支援ソフトウェア	指定被写体の自動追尾 指定被写体の画像サイズ一定化 (自動ズーム制御) 被写体の明るさ最適化
電源電圧	DC 12~14 V
消費電力	11 W

#### 4. 結論と今後の展開

時分割の設定など多少の困難は伴ったが、双方向多重化伝送システムが完成した。この方式の一般化によって、

- ① 伝送の長距離化、
- ② 電波の有効利用、
- ③ システム統合による廉価化、
- ④ 中継システム構築の容易化、

が実現する。

今回は、2 個のシリアルポートを建設機械の遠隔制御とカメラ制御（旋回・俯仰/ズーム）に使用したが、計測データの伝送、施工管理、中継などへの用途の展開を想定すると、汎用システムとしては 4 ポート以上が望ましい。端末管理機能を有するパソコンの周辺機器としてのシリアルポートの分配器は存在するが、無線機用に汎用化された機器の開発が本方式の一般化の前提となる。

映像管理機能については、有用性は確認できた。システムを構成する個々の部品の耐振性向上、ソフトウェアの改良による通信系の信頼性の向上など、無人化施工に適合した仕様への改善及び、首都圏を担当する技術事務所として、都市型災害への対応も想定した統合型無線の中継システムの開発が今後の課題である。

最後に、本システムの導入にあたってご協力いただいた新キャタピラー三菱株式会社ならびに、関係各位の皆様が誌面をお借りして、感謝の意を表すものです。

#### 《参考文献》

- 1) 特集「身近になった無人化施工」日経コンストラクション、2002 年 1 月 25 日号
- 2) (財)先端建設技術センター「緊急時の無人化施工ガイドブック」
- 3) 地域振興のための電波利用に関する調査研究会 ((社)九州テレコム振興センター)「災害復旧工事等におけるデータ通信システムの構築に関する調査研究 (報告書)」
- 4) 大津良司:「総合デジタル無線コントロールシステム」建設機械、2000 年 1 月号、p.00

#### 【筆者紹介】

小笠原 保 (おがさわら たもつ)  
国土交通省関東地方整備局  
関東技術事務所  
副所長

持丸 修一 (もちまる しゅういち)  
国土交通省関東地方整備局  
関東技術事務所  
機械課長

# ずいそう



## 子供達との剣道

宮 岡 諭

近所の子供達と一緒に剣道の稽古を始めて30年近くになる。

会社勤めの身では週に3回の稽古は出張や時間の都合がつかないこともあり、他の先生方にご迷惑をかけることが多いが、自宅と職場と道場（小学校の体育館）がそれぞれ車で5分以内の場所にあることで何とか続けることができています。

私が剣道を始めた動機は初めてこのクラブが発足した時に娘と一緒に稽古を始めたことであるが、今はその先生の弟子としてボランティアと一緒に子供達を教えている。

他に週に一回、大人だけで先生に教えて頂いているが、この歳になると両親も他界して、何かと注意してくれる人は回りからいなくなってしまうが、先生との稽古で指導して頂くことは、日頃忘れかけている自分の謙虚さを指摘されているようで大変良い勉強になっている。

少年剣士は孫のような幼稚園児から中学生まで30人程であるが、子供と一緒に稽古をしていると感動させられることが多い。

まず子供達の目が綺麗で見ていると心が洗われることである。また稽古の始めと終わりには正座しての黙想があるが、特に小さな子供達のその姿を見ていると、まるで仏像が座って居られるのではないかと思う時さえある。

また小学校一、二年生になると対外試合に連れ出すようになるが、この初めての試合がまた大変である。

自分の試合の順番が少しずつ近くなり、待っている間の子供の緊張感には大変なものがあるが、足がガタガタと音を立てて震えているのが伝わってくる。

試合は10メートル前後の四角いコートに、1人で出て行き相手と勝負をつけて帰ってこなければ終わらないのであるが、日頃は家族に甘えている小さな子供が、このような厳しい体験をすることは通常では少ないことではないかと思っている。

そのような子供も勝って戻ってくる時のその面の中に嬉しそうな顔がある反面、負けた時には試合が終わっても悔し泣きをして面をなかなか取らずにいる顔を見る時、こちらまで目頭が熱くなってしまう。勝負だから、勝つ者がいれば必ず負ける者がいることになるが、その勝敗の中で子供達が何を感じ取るかが大切だと思っており、その体験を積み重ねて行く中で、少しずつ精神的に強い子供に育って行って欲しいと願っている。

子供達の中には生まれつき運動能力のある子供と、そうでない子供がいるのは仕方ないことですが、最後に強くなるのは運動能力はそれほどではなくてもコツコツと稽古を休まずに続ける子供が年を重ねるにつれて強くなる。

これは大人の世界でも同じようなことが言えると思うが、何事にかけても諦めずに粘り強く続ける努力に勝るものはないようである。

創立以来続いている夏の早朝稽古と冬の寒稽古も今ではクラブの名物となっているが、朝6時前からの五日間の稽古は最近の若い親にとっても辛いようであるが、これだけは止めないことにしている。それは、これをやると子供達が目に見えて逞しくなるのを毎年見てきているからであるが、特に寒稽古は子供達にとっては未だ暗くて眠く、時には雪が降る中を起きて来るだけでも厳しいものがある。

少し早く行き、やってくる子供達に声をかけるようにしているが、一人一人の顔を見ればその朝の様子がよく分かる。

愚図ったのか、まだ少し目に涙が残っている子供もいたりするが、そんな子も稽古を始めると何事も無かったかのように元気になる。

冷たい床での正座、素足での稽古は見ている間に子供達の足先が赤くなってるのが分かるが、それを我慢して大きな声を出して一生懸命稽古をする姿には見ていて感動させられる。

父兄には「剣道を通して身体の丈夫な粘り強く我慢強い子供に育てましょう」と機会ある度に話をしている。

全日本剣道連盟では、剣道の理念を「剣の理法の修練による人間形成の道である」と制定されており、高段者になられるほど人格者が多く感銘させられることが多いが、我々凡人にはこの道を極めることは難しく、一生のテーマだと思っている。

# ずいそう



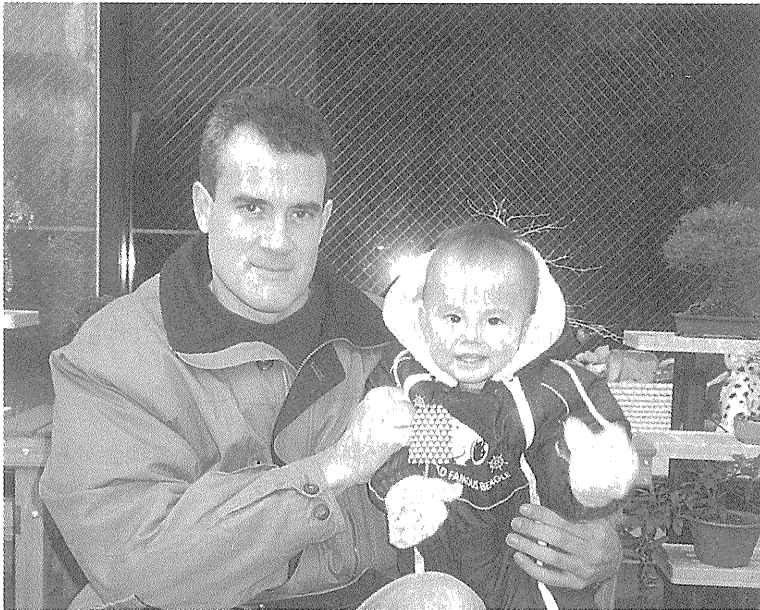
## 日本の好きなところ

J.W. Johnson

日本に来てから3年余り経ちますが、よく聞かれる質問に、「日本の生活様式について、どう思いますか？」また、「日本で何が一番好きですか？」があります。アメリカ中部の小さな町で育ったので、小さな町の生活の穏やかな環境を楽しんで来ました。色々な意味で、東京での生活は、アメリカの田舎での生活とそんなに違いはない、と述べると、皆驚きます。もちろん、大きな違いはあります。例えば、東京の電車は混雑していますし、交通渋滞もあります。また、多種多様な店やレストランもあり、世界の主要都市に付き物の事柄は何でもあります。しかし、今回は私が東京を心から故郷のように感じる事、つまり東京での生活における、小さな楽しみのいくつかに目を向けてみたいと思います。

1日のうちで、私が一番好きな時間帯はいつも早朝であり、また私が東京を探索したいと思う時です。私は大抵、1日を散歩で始めることを日課にしています。時々、赤ん坊の息子をバギーに乗せて散歩しますし、元気がある時は、ジョギングをします。朝の静かな時に近所を探索するのがとても好きです。それは、歩いている人がほとんどいない、いるとしても新聞配達の人や「燃えるゴミの日」にはカラスを見かけるくらいです。私は、素敵な散歩道が多くある目黒区に住んでいます。その小道には古い桜の木が立ち並んでいます。春にとっても美しいのはもちろんのこと、夏にはありがたい木陰を与えてくれます。その後、秋にはつかの間、葉っぱを赤や黄色に染め、その後、おつかれさまの冬眠をします。東京の穏やかな気候により、多くの住民が素晴らしい多種多様な植物を植えることができます。東京では、何かはいつも咲いている、もしくは何かの植物が目にとまるように思います。私はこのエッセイを12月半ばに執筆していますが、葉っぱのない木に柿がぶら下がっていますし、ピラカンサスは赤い実をつけ、垣根には名前が分からない花が咲いています。

私は、数多くの素晴らしい盆栽を見て、感心しています。この小さな木々は、忍耐は報われるということを示しています。時間とほんの少しのノウハウで、たいていの人には傑作を創り出すことが出来るのです。私自身、盆栽を試みており、とても楽しんでます。もっとも、私の盆栽たちは、私の日本語と同じように、前途遼遠であります。



もうひとつの冬のごほうびは、朝にはよく、富士山を目にすることが出来ることです。冬の東京は、概して空気が澄み、凜としており、空は深い青色です。富士山を見ることの出来る、私の「テリトリー」である場所がいくつかあります。一番気に入っているのは大岡山です。そこは遮る物のない眺めを与えてくれる為にあるような町です。富士山を見飽きることはありませんし、いつの日か、運良く富士山頂から日の出を見たいと望んでいます。

しかし、今は高いところから地上へと目を向けて、私の朝の散歩についてお話ししましょう。時々、私は駒沢公園や他の公園を走り抜けますが、そこで人々が集団でラジオ体操をしているのを目にします。皆がラジオに合わせて、同じような動きをします。ラジオ体操は、一日を始めるにあたり、素晴らしい方法のようです。

最も魅力的な光景の一つは、人々が家や店の外を伝統的な竹ぼうきで掃いている姿です。その人たちは東京をとともきれいな都市に保つよう貢献しているのです。私たちはその奉仕に感謝しています。沢山の人が犬の散歩をしているのを見かけます。アメリカでは、雑種犬を良く見かけますが、ここ日本では、犬は全て純血に見え、また、そのそれぞれの種を良く代表しています。犬たちは、自分の長きにわたる伝統を誇りに思い、気取って歩いているようです。

東京では、大抵の人は考え深げに無言で歩き、ごくたまに朝の挨拶を交すだけです。もちろん、赤ん坊の息子を連れて散歩している日は、状況はかなり異なります。人々はわざわざにこりと微笑んで、こんにちは、と言ったり、赤ん坊について何か述べたりします。私の息子は注目を浴びるのが大好きで、ちっとも恥ずかしがり屋ではありません。あまりにも良く耳にするので、息子は自分の名前を「かわいい」だと思っているに違いありません。



もちろん、朝の散歩以外にも、日本について好きな事柄はまだあります。店やレストランに入った時に店員が挨拶をすること、また立ち去る時に、その店を利用したことに対して、たとえ商品を眺める為だけに時間を費やしたとしても、店員は礼を述べます。職場では、仕事後の公的、また私的な集まり（そうした集まりは日本語を練習する絶好のチャンスです）により絆が強まる、家族的な雰囲気が気に入っています。

日本食はほとんど何でも大好きです。大好物は「納豆」だと言うと、同僚たちは私をからかいます。最も難しいことは、打ち上げの際に、長時間にわたり正座をすることです。年を取ってきたので、体のあちこちが固くなりました。

日本の田舎、とりわけ山々がとても気に入っています。何度か山登りをする機会があり、大いに楽しみました。終着点が温泉である場合は特にです。日本に来る前、公共のお風呂に入ったことなどありませんでしたが、今ではとても楽しんでます。旅館に滞在することは非常に文化的で、楽しい経験ですが、いつも自分用のスリッパを持っていくべきだということを学びました。32センチの足にあうようなスリッパを備えた旅館はほとんどないからです。相撲の大ファンでもあり、何度か「場所」に足を運んだこともあります。

日本について理解できないことはまだまだ多くあります（パチンコが主な疑問点です）が、もっと時間が経てば、これらの点も明確になるかも知れません。

どの場所でも同じように、日本で一番重要な要素はその人々です。日本の皆さんは圧倒されるほど私に対して親切で、かつ、寛大であると、心から言えます。日本の社会は素晴らしい社会であると確信していますし、この国に住む機会が与えられたことを、大変嬉しく思っています。

——ジョン・W・ジョンソン 新キャタピラー三菱株式会社特販部長——

# 新工法紹介 調査部会

04-237	発破を用いないトンネル切羽前方地質探査法 (SSRT)	フジタ
--------	-----------------------------	-----

## 概要

トンネル施工時に切羽前方の地質状況を予測する手法として弾性波反射法を利用した探査法が適用されつつあるが、従来の探査法は発破を起振源とするため、施工条件によって適用に制限があった。そこで、フジタは発破を用いない非爆薬振源によるトンネル浅層反射法探査 (SSRT:Shallow Seismic Reflection Survey for Tunnel) を開発した。

本手法は図-1 に示すように受振器を掘削底盤に設置し、受振器の近傍を順次起振していく配置を採用する。受振器はトンネル軸方向に1成分受振器を、最も切羽側のトンネル横断方向に3成分受振器を設置する。これら受振器はトンネル坑内に配置した記録装置に接続する。起振源は発破に限定されず、油圧インパクトやパイプサイスなどの非爆薬振源を使用する。写真-1 に油圧インパクトによる起振状況を示す。油圧インパクトとは、ガス圧により加速されたピストンがシリンダ内を落下し、地表面に車体重をかけて圧着されたベースプレートを打撃する一種の重錘落下起振源であり、打撃角度を変えることによりP波のほかS波の起振源としても使用が可能である。

このようにして測定された波形を用いて地山状況に応じた解析を実施し、切羽前方の地質境界や断層破碎帯などの脆弱箇所の分布を推定する。本手法の所要日数は測定に1日、解析に2日程度である。探査深度は非爆薬振源の場合、切羽前方100~150m程度である。

## 特長

- ① 非爆薬振源が使用可能なため、硬質な岩盤はもとより、軟質地盤や土被りの浅い坑口部などでも探査が可能である。
- ② 油圧インパクトは自走式で機動性に優れており、測定精度の高い多起振点・多受振点配置にて測定できる。
- ③ 油圧インパクトは発破のように使用制限がないため、住宅地などが近接する坑外(地表)での探査も可能である。
- ④ 地山状況に応じた解析方法を用いることにより、多角的に地盤の評価が可能である。
- ⑤ 1回の測定で切羽前方と後方を同時に探査可能であり、すでに掘削した後方の地質状況と対比するこ

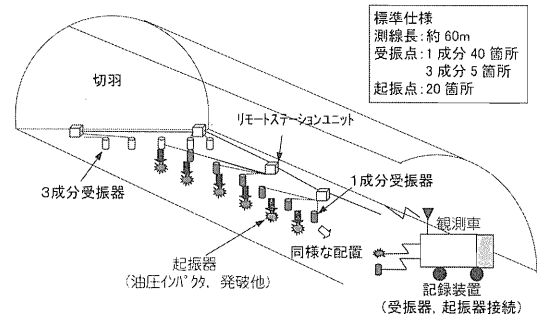


図-1 測定配置

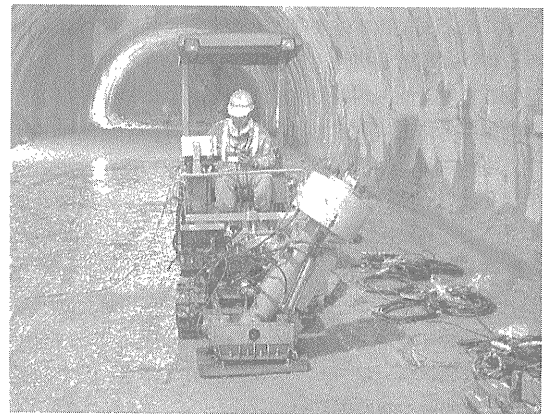


写真-1 油圧インパクトによる起振状況

とによって切羽前方をより精度良く評価できる。

## 実績

- ・埼玉県皆野寄居バイパス美の山トンネル
- ・広島高速道路公社広島高速4号線已斐トンネル
- ・国土交通省下諏訪・岡谷バイパス長地トンネル
- ・京都府一般国道372号天引トンネル
- ・鳥取県主要地方道鳥取鹿野倉吉線三朝トンネル

## 知的財産権

トンネル切羽前方地質探査法 (特開 2001-249186) 他 (株式会社フジタと株式会社地球科学総合研究所の共同出願である)。

## 問合せ先

- (株) フジタ技術センター土木研究部  
〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1  
電話 046(250)7095
- (株) 地球科学総合研究所営業部  
〒112-0012 東京都文京区大塚 1-5-21  
電話 03(5978)8035

## 新工法紹介

04-238	穿孔機搭載式 自由断面掘削機	鴻池組
--------	-------------------	-----

### 概要

一般に、各種の制約条件などから発破が使用できず機械掘削方式を採用した小断面トンネルでは、自由断面掘削機的能力以上の硬岩が出現した場合、掘削機をドリルジャンボなどの穿孔専用機と入替えて穿孔機で切羽に孔をあけて擬似亀裂を作ったり、静的破砕などの割岩工法を併用する方法があるが、この方法では機械の移動に手間を要するため、結果として進捗しない欠点があった。

そこで、掘削機本体を移動せず簡単に短時間で穿孔機の取付け、取外しが行える自由断面掘削機を開発した。切羽を自由断面掘削機で掘削するときには穿孔機は後方の掘削機本体上に固定され、穿孔時には切羽方向へスライド移動させ、掘削機のブーム基部に取付けた固定金物に穿孔機を固定し穿孔作業が行える。これらの移動はウインチで容易に短時間で行える(図-1参照)。

### 特長

- 穿孔機を伴ったガイドセルは簡単に自由断面掘削機上を前後に移動できるため、自由断面掘削機の掘削作業時は機械後方のスペースに設置しておくことで掘削作業に支障をきたさない。
- 穿孔機は自由断面掘削機のブーム上に設置されているため、広範囲に穿孔が可能。また、位置決め及び穿孔操作は掘削機の運転席で良好な視界の下で行える。

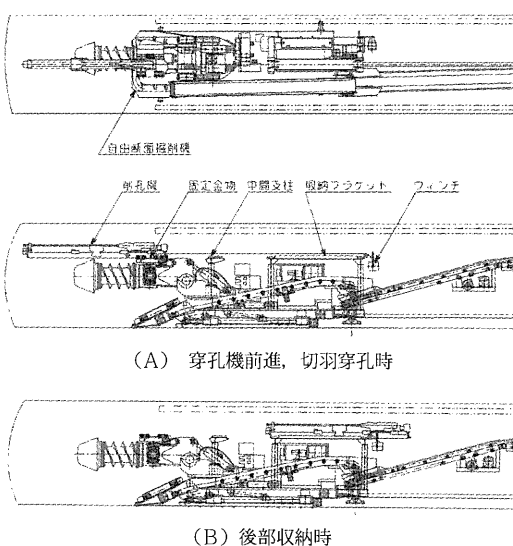


図-1 穿孔機搭載概要図

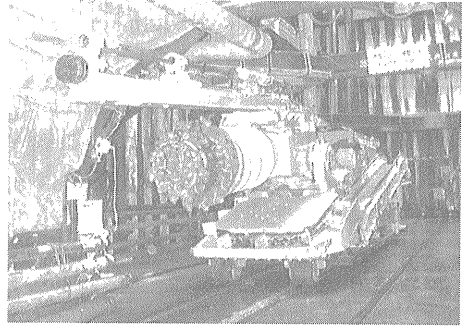


写真-1 穿孔機搭載式自由断面掘削機

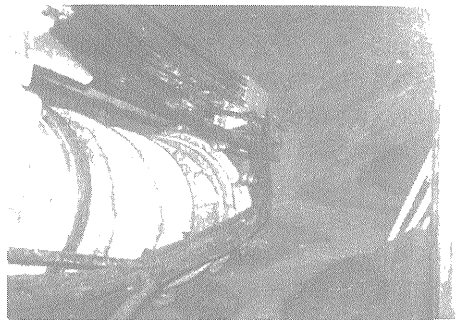


写真-2 切羽の穿孔状況

- 油圧ユニットは、自由断面掘削機の排土ベルトコンベヤ下に収納でき、特別なスペースを必要としない。
- 穿孔機的能力が高い(150 kg級)ため、地質前方探査を目的とした深き穿孔や水抜き孔の穿孔(延長20 m程度)が簡単に行える。

### 用途

- 機械掘削方式の長距離小断面山岳トンネル工事
- 周辺環境などへの影響で、発破が使用できない硬岩トンネルの掘削補助
- 機械掘削方式で、地質前方探査や水抜き穿孔或いは、フォアパイルなどの先受け穿孔を必要とする軟岩トンネル工事

### 実績

- 沖縄県企業局西系列幹線導水施設名護導水工事(第2工区)その2において適用中

### 工業所有権

- トンネルの掘削方法及びその装置(特願2000-342749)(なお、本機は日本鉦機(株)との共同開発)

### 問合せ先

(株) 鴻池組土木本部技術部

〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1

電話 06 (6244) 3647

# 新機種紹介 調査部会

## ▶ 〈02〉 掘削機械

01-(02)-35	新キャタピラー三菱 油圧ショベル(後方超小旋回型) CAT 313 CCR ほか	'01.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

生産性、汎用性、サービス性などを向上してモデルチェンジしたものである。ブーム、アームの掘削力やけん引力をアップした一方、作業に応じて流量配分を最適化するスマートワークシステムを採用した。作業機レバーの操作量に合わせて、アームの動きに対するブーム上げや旋回動作の優先度を自動的かつ可変的に切替えてスムーズな連動操作を実現し、作業モードの設定を不要にした。追加式アタッチメントバルブやサイドバイサイドポンプの採用で、各種アタッチメントの装着を容易にするとともに、314 CCR には、アーム、バケットなどを強化した解体仕様を設定した。労働安全衛生法のヘッドガード基準をクリアした大形ラウンドキャブはスライド式ドアとし、後方窓は緊急時の脱出口も兼用する。トラックリンクはグリース封入式で耐久性を向上し、バ

表-1 CAT 313 CCR ほかの主な仕様

	313 CCR	314 CCR
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.45	0.50
運転質量 (t)	12.6	13.5
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	59(80)/1,800	67(91)/1,950
最大掘削深さ ×同半径 (m)	5.45×8.32	5.45×8.32
最大掘削高さ (m)	9.3	9.3
最大掘削力(バケット) (kN)	94	94
作業機最小旋回半径 /後端旋回半径 (m)	1.97/1.42	1.97/1.48
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.2/3.6	5.5/3.8
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	41	44
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	7.28×2.49×2.82	7.28×2.49×2.82
価格 (百万円)	19.0	20.9



写真-1 CAT 314 C CR 「REGA」油圧ショベル(後方超小旋回型)

ケット回りを除く作業機のブッシュには、焼結金属を採用して1,000時間の給脂間隔を実現した。国土交通省の低騒音および排出ガス対策型(2次基準値)の建設機械に適合し、EPA(米国環境保護局)の排出ガス規制(2次基準値)もクリアしている。さらにワンタッチローアイドル機構を標準装備して、エネ革税制にも対応する。

## ▶ 〈03〉 積込機械

01-(03)-09	コマツ ホイールローダ WA 380 <sub>-5</sub>	'01.10 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

生産性と経済性の追求、稼働管理システム(KOM TRAX)やロードメータの装備による作業効率アップ、安全性の向上などを図ってモデルチェンジしたものである。高出力エンジンと大容量トルコンの効率的な組合せや、スイッチポンプ+カットオフバルブ機構による掘削・積込みの作業状態に合わせた作業機油量の最適化により、低燃費で高効率な作業を実現した。さらに、作業内容・条件に応じて2モードが設定されており、切替えにより作業効率向上、燃費低減が図れる。ショートストロークでフィンガタッチの作業機レバー、ロングストロークのエアサスペンションシート、ROPS/FOPS 一体型ビスカスマウントのキャブなど、操作性、居住性を向

表-2 WA 380<sub>-5</sub>の主な仕様

標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	3.4
運転質量 (t)	17,525
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	140(190)/2,000
ダンピングクリアランス×同リーチ (45°前傾刃先) (m)	2.92×1.175
最大掘削力(バケットシリンダ) (kN)	144
最高走行速度 F <sub>4</sub> /R <sub>4</sub> (km/h)	34/35
最小回転半径(最外輪中心) (m)	5.62
登坂能力 (度)	25
軸距×輪距(前後輪とも) (m)	3.3×2.16
最低地上高 (m)	0.455
タイヤサイズ (-)	23.5-25-16 PR (ロック)
全長×全幅×全高 (m)	8.18×2.905×3.38
価格 (百万円)	27



写真-2 コマツ「GALEO」WA 380<sub>-5</sub>ホイールローダ

## 新機種紹介

上した。また、ラジエータの冷却ファンは油圧駆動となっており、ファン騒音も低減してオペレータ耳元騒音は71 dB(A)となっている。そのほか車速感応式走行ダンパ、アンチスリップデフ（オプション）などにより走行安定性を向上し、タイヤ寿命の延長も可能にした。日、米、欧の排出ガス対策2次基準値をクリアするとともに、エンジン停止時でも補助電動ポンプにより作動するエマージェンシステアリングシステムや全油圧式密閉湿式ディスクブレーキと油圧低下時に作動するパーキングブレーキによるエマージェンシブレーキシステムなどを採用して安全性に配慮した。

### (04) 運搬機械

01-(04)-08	日産ディーゼル工業 ダンプトラック KL-CW 48 X HHD(改)ほか	'01.12 発売 新機種
------------	---	------------------

250 kW(340 PS)級ダンプトラックに、272 kW(370 PS)級、294 kW(400 PS)級の2機種を追加拡充したものである。エンジンは直6ターボインタークーラ付きで、低燃費でクリーンな排気を実現するためにユニットインジェクタ方式を採用している。燃料を高圧に圧縮するプランジャと燃料を噴射するノズルを合体した方式で、燃費を悪くするパイロット噴射を不要とする。エンジンの高出力化にともない、変速機を6段から7段に、デフ減速比、補助ブレーキシステムを変更している。

表-3 KL-CW 48 X HHD(改)ほかの主な仕様

	KL-CW 48 X HHD(改)		KL-CW 48 YNH	
	GE 13 TB	GE 13 TC	GE 13 TB	GE 13 TC
最大積載質量 (t)	10.0	10.0	11.4	11.4
車両総質量 (t)	19.92	19.92	21.96	21.96
定格出力 (kW(PS)/rpm)	272(370)/1,900	294(400)/1,900	272(370)/1,900	294(400)/1,900
荷台床面地上高 (m)	1.62	1.62	1.56	1.56
登坂能力 (度)	34	37	31	33
最小回転半径 (m)	6.6	6.6	7.8	7.8
最低地上高 (m)	0.26	0.26	0.26	0.26
輪距 (前/後) ×軸距 (m)	2.04/1.84 ×4.5	2.04/1.84 ×4.5	2.04/1.84 ×5.525	2.04/1.84 ×5.525
タイヤサイズ (前後共) (-)	11 R 22.5 -14 PR	11 R 22.5 -14 PR	11 R 22.5 -16 PR	11 R 22.5 -16 PR
全長×全幅 (m)	7.595×2.49×3.2	7.595×2.49×3.2	9.19×2.49×3.2	9.19×2.49×3.2
価格 (百万円)	13.135	—	—	—

(1) KL-CW 48 X HHD(改)は「新明和」架装を、KL-CW 48 YNHは「極東開発」架装を示す。

(2) エンジン型式 GE 13 TB は 272 kW(370 PS)、GE 13 TC は 294 kW(400 PS)を表す。



写真-3 日産ディーゼル工業「ビッグサム」KL-CW 48 X HHD(改)ダンプトラック

### ▶ (05) クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

01-(05)-12	前田製作所 クローラークレーン MC-235 CW	'01.12 発売 新機種
------------	---------------------------------	------------------

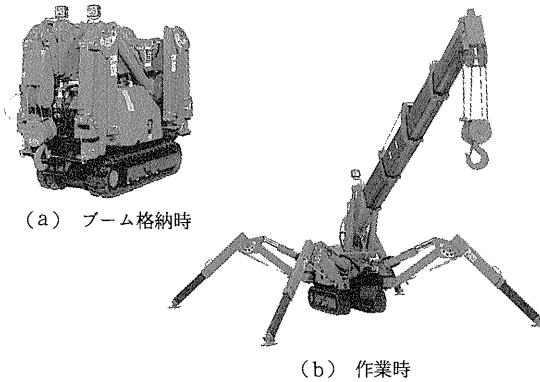
土木工事、造園工事などで使用されるクレーンとして、狭所進入性を考慮して開発された機械である。コンパクトな車体に大きな張出しを有する屈折アウトリガを備え、五角形断面5段伸縮ブームで大きな作業範囲を可能にしている。走行駆動は油圧式で、段差乗越えやトラックへの積込みが容易なように中央部トラックローラはタンデム式で揺動する構造となっている。走行レバースタンドを走行位置にセットすることにより、クレーン回路は制御され、クレーン操作レバーとの接触による誤作動を防止している。転倒警報装置が装備されており、クレーン作業時は3度、走行時は15度の車体の傾きで警報するようになっている。特定小電力方式を使用したラジコン操作も可能で、作動速度を任意に設定できる。クレーン操作状況は送信機付属の液晶ディスプレイで確認できるほか、アウトリガの張出しにおいては、設置足場の状態や機体全体を眼で確認しながら操作できるので

表-4 C-235 CW の主な仕様

最大吊上げ能力	2.37 t×1.4 m
運転質量	1.54 t
定格出力 (kW(PS)/rpm)	5.69(7.8)/1,800 kW(PS)/rpm
最大地上揚程	6.3 m
最大作業半径	5.79 m×0.24 t
ブーム長さ (5段)	1.89~2.98~4.03~5.08~6.13 m
旋回角度	360度全旋回
アウトリガ張出幅(前後間)	前 3.875、後 3.26 (3.955) m
走行速度	0~2.1 km/h
登坂能力	20度
接地圧	4.31 kPa
全長×全幅×全高	2.225×0.66×1.38 m
価格	4.8百万円

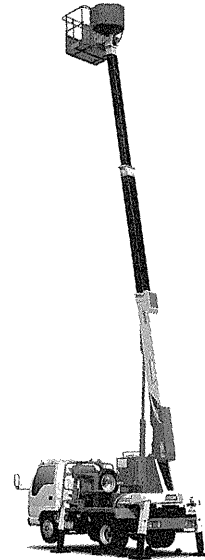
新機種紹介

安全である。



写真—4 前田製作所 MC-235 CW クローラクレーン

ロック装置、停止スイッチ、非常用ポンプなどが装備されている。



写真—5 アイチコーポレーション「スカイマスター」SS-12 A 高所作業車

01-(05)-13	アイチコーポレーション 高所作業車（伸縮ブーム型） SS-12 A	'01.12 発売 新機種
------------	---	------------------

小さな車両設置スペースで広い作業範囲の確保を目的として開発されたトラックシャシーマウント型の高所作業車である。六角形断面のブームは3段伸縮型で、レバーの操作量に応じて2段階にブーム作動速度を切替えることができ、ブーム作動・停止の揺れを低減するショックレス機構が採用されている。アウトリガの横張り幅は小さいが、ブーム伸長状態で全ての起伏角度での作業が可能である。バスケット上の操作レバーはジョイスティック方式で、レバー操作時以外はエンジンのオートアクセル機構によりアイドル状態となる。ほかに、電気工事・CATV 工事用の総合電気仕様車が4t シャシー架装として設定されており、FRP 製バケットは標準装備、100 kg 吊り電動ウインチはオプションで装備できるようになっている。安全装置としては、油圧系安全装置、ブームインタロック装置、ジャッキインタ

▶ (09) 骨材生産機械

01-(09)-02	コマツ 自走式選別機	①BM 653 F <sub>-1</sub> ②BM 683 F <sub>-1</sub>	①'01.12 発売 ②'01.11 発売 輸入新機種
------------	---------------	--	-----------------------------------

砕石現場からリサイクル現場まで幅広く使用できるクローラ・自走式選別機である。BM 653 F<sub>-1</sub> は、現場条件や原料の性状に応じてスクリーン角度、スクリーン回転方向、振幅調整などの最適設定が可能な2段デッキ式振動スクリーンを備えている。排出コンベヤは運搬格納に便利な油圧折りたたみ式で、アンダ材用のメインコンベヤ、中間材用とオーバ材用の左右のサイドコンベヤはいずれもスピード調整が可能である。BM 683 F<sub>-1</sub> は、ずり抜き、選別、ストックを1台で行える機能を有しており、スクリーン角度、スクリーン回転方向、振幅調整などを現場条件や原料の性状に応じて最適に設定できる2段デッキ式振動スクリーンを備えている。アンダ材用、中間材用、オーバ材用の3本の排出コンベヤは油圧折りたたみ式で、スピード調整が可能である。両機はコマツ製エンジンを搭載し、油圧駆動方式を採用しており、前後進、回転などの操作は有線リモコンあるいはラジコンを用いて行う。各種レバー、非常停止ボタンなどは全て、

表—5 SS-12 A の主な仕様

最大積載荷重（搭乗人員）	(kg)	200 (2名)
最大地上高	(m)	11.9
作業床旋回角度 左/右	(度)	95/95
作業床内側寸法(幅×奥行×高)	(m)	1.0×0.7×0.9
最大作業半径	(m)	10.48
ブーム長さ	(度)	4.3~10.01
ブーム旋回角度	(度)	360
ジャッキ張出幅	(m)	1.86
架装シャシー【電気仕様車】	(-)	3.0tクラス[4.0tクラス]
価格【電気仕様車】	(百万円)	9.3 (10.3)

(注) [ ] 書きは総合電気仕様車を示す。

## 新機種紹介

地上から容易に操作できる位置に設けられている。

表一六 BM 653 F<sub>-1</sub>ほかの主な仕様

	BM 653 F <sub>-1</sub>	BM 683 F <sub>-1</sub>
最大処理能力 (t/h)	100~200	200~300
運転質量 (t)	15.0	24.8
定格出力 (kW(PS)/rpm)	47(64)/2,300	76(102)/2,200
ホッパ幅×長/投入高さ (m)	1.56×2.0/2.32	4.19×2.11/3.89
スクリーン幅×長(上段/下段)(m)	1.25×3.05/ 1.25×2.35	1.52×3.65/ 1.52×3.05
排出コンベヤ幅 (サイド/アング材) (m)	0.65/1.0	0.65/1.2
コンベヤ排出高 (サイド/アング材) (m)	3.16/3.44	5.0/3.885
走行速度 (km/h)	1.2	0.9
シュー幅×接地長 (m)	0.5×2.75	0.4×2.92
全長×全幅×全高(作業時)(m)	11.3×10.65×4.86	16.1×17.2×5.28
全長×全幅×全高(輸送時)(m)	9.8×2.75×3.1	14.4×3.0×3.2
価 格 (百万円)	29	42

(注) 処理能力はスクリーンへの供給量であり、供給塊の種類、形状含水比などにより異なる。



写真一六 コマツ「モービルスクリーン」BM 683 F<sub>-1</sub>自走式選別機

### ▶ (18) 建設ロボット, 計測・検査機器, 整備機器など

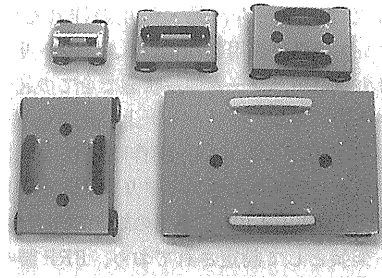
01-(18)-01	コマツ レーダ計測システム (土木用)	'01.10 発売 新装置
------------	------------------------	------------------

トンネルの巻厚と空洞用, 地中の埋設管用, 橋梁やビルなどの鉄筋や管の探査用に, 一つの計測システムで多目的な対応を可能とする装置である。従来, トンネル用, 埋設管用, 鉄筋探査用など, 計測目的別にアンテナ本体とデータ解析装置を一体化した専用ユニットを用いていたが, 本機はアンテナなどシステムの一部を交換するだけで多目的の用途に対応できる。アンテナ台車とデータ解析装置から構成されており, アンテナ台車でコンクリート表面から内部に電磁波を放射し, 探査対象物から

の反射波を検出することにより, 対象物の大きさ, 深さなどの位置の測定を可能とする。周波数の低いほど計測深さが深くなり, 深さ1m以上の計測も可能である。埋設物の形状にカーブ形状を合わせることで媒質中の電磁波の伝達速度を計算し, 埋設距離を解析するソフトや電磁波を発信した時間と受信した時間差から媒質中の伝播速度を割り出して, コンクリート巻厚などを解析するソフトがオプションとして用意されている。また, 対象面から50cm程度離して計測可能なホーンアンテナにもオプション対応が可能である。

表一七 レーダ計測システムの主な仕様

アンテナ使用周波数帯	1,500, 1,000, 800, 600, 400 MHz
ADコンバータ分解能	12 bit
データビット長	16 bit
平均処理回数(可変)	256回
時間レンジ(切替式)	10, 20, 40, 80, 160 ns
通信可能ケーブル長さ	100 m
画像表示階調	白黒256またはカラー8
電 源	AC100VまたはDC12V
質 量	レーダ回路約2kg +パソコン他約8kg
価 格	レーダ装置9.8百万円, アンテナ1.5~2.5百万円



(a)



(b)

写真一七 コマツレーダ計測システム (土木用)

## 公共工事コスト縮減対策の動向

### まえがき

公共工事のコスト縮減は、平成9年4月に策定された政府の「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」及び国土交通省（旧建設省）の「公共工事コスト縮減対策に関する行動計画」をスタートに平成11年までの3年間に諸対策を実施し、目標（10%以上の削減）をほぼ達成したが、厳しい財政事情及び公共工事を着実に行う必要性から、さらに「新行動指針」（平成12年9月）及び「新行動計画」が策定され、コスト縮減を継続することになっている。

国土交通省では平成12年までのコスト縮減の成果と新行動計画を発表しているため、その要旨を紹介する。

### 1. 公共工事コスト縮減対策の経緯

公共工事コスト縮減対策の経緯を表-1に示す。

表-1 公共工事コスト縮減対策の取組み経緯

平成9年1月17日	公共工事コスト縮減対策関係閣僚会議設置
平成9年4月4日	関係閣僚会議において行動指針を策定 ～行動指針を踏まえ、公共工事担当省庁16省庁が行動計画を策定
平成10年4月24日	平成9年度の成果を発表
平成11年4月27日	平成10年度の成果を発表
平成12年9月1日	平成9年度から11年度の取組みの成果を発表 関係閣僚会議において新行動指針を策定 ～新行動指針を踏まえ、公共工事担当省庁16省庁が新行動計画を策定
平成13年3月30日	国土交通省における新行動計画を策定
平成13年8月21日	平成12年度の成果を発表

### 2. コスト縮減の成果

#### (1) コスト縮減率

工事コスト縮減の経緯を表-2に、施策ごとの縮減率

表-2 工事コストの低減のこれまでの経緯

	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度
縮減率	(3.0%) 3.2%	(5.7%) 6.0%	(9.6%) 9.9%	(10.2%) 10.5%

(注) 1. 上段（括弧書き）：政府全体  
下段：国土交通省・関係公団等

2. 縮減率は、平成8年度比

表-3 平成12年度施策別縮減率

施 策		縮減率
間接的 施 策 2.8%	物価変動をベースにしたマクロ的算出方法による縮減効果	1.7%
	その他の間接的施策※2	0.2%
	⑰ 建設副産物対策	0.9%
直接的 施 策 7.7%	その他の直接的施策※1	0.1%
	⑦ 適正な発注ロットの設定	0.4%
	⑤ 積算の合理化	1.4%
	④ 技術開発の推進	1.2%
	③ 設計方法の見直し	2.5%
	② 技術基準等の見直し	1.1%
	① 計画手法の見直し	1.0%
合 計		10.5%

※1 その他の直接的施策による縮減率

⑧ 入札・契約制度検討

⑨ 諸手続の電子化

※2 その他の間接的施策による縮減率

⑩ 資材の生産・流通の合理化・効率化

⑪ 資材調達のための諸環境の整備

⑬ 建設機械の有効利用

⑮ 交通安全対策

⑯ 埋蔵文化財調査

を表-3に示す。

縮減率は平成8年度における標準的な公共工事のコストと比較していること、労務単価の低減及び物価変動要因は除いて算定している。

#### (2) 実施した施策の内容

平成12年度の国土交通省のコスト縮減は30施策308項目に及ぶが、そのうちの主な具体例を以下に示す。

##### ① 計画手法の見直し

- ・港湾・漁港事業等と連携し、効率的かつ経済的な海岸侵食対策事業を実施する「渚の創生事業」を平成9年度に創設し、皆生海岸において公共マリーナ浚渫土砂を利用した養浜を実施し、工事コストで約18%（17百万円）を低減。

- ・近隣市町村において、下水施設の共通化・共同化を図り、工事コストを約10%低減（下水道事業団）。

- ・工事用道路としての現道拡幅工事において、拡幅部を従来のコンクリート擁壁構造から鋼栈橋形式に変更することにより、従来と比較して65%の工事コストを低減（水資源開発公団）。

##### ② 設計手法の見直し



## 統 計

- ・従来の鋼鉄桁に比べ、主桁本数を減らし、プレキャスト PC 床板とすることにより、約 20%の工事コストの低減、約 40%の現場工期の短縮が図られた。
  - ・PC 合成桁橋で計画されていたものを PC コンポ橋 (PC 合成 T 桁) を採用することにより、約 10%の工事コストの低減と約 13%の工期の短縮 (約 400 日→約 350 日) が図られた。
  - ・ひとつの橋梁で鋼部材とコンクリート部材を接合する混合橋を採用し、上部工・下部工・基礎工の総工事費が PRC 構造に比べ約 20% (2.5 億円) の縮減。
  - ・既存構造物の免震化を図る工事において、免震装置の架台を鉄筋コンクリート構造から鉄筋鉄骨コンクリート構造にすることにより、従来に比べ約 13.7%の工事コストを低減。
  - ・耐震強化岸壁に S.G.M. 工法 (セメント系固化材を用い気泡・発泡ビーズ等を混合) を用いることにより、背後地の土砂に近隣工事からの発生土を再利用することができ、土砂購入費を 9%低減。
- ③ 技術開発の推進
- ・樋門を現場打ちの RC 構造から強化プラスチック複合管 (FRPM 管) に変更することにより約 11%の工事コストを図るとともに、工期の大幅な短縮を実現 (約 30 日→約 5 日)。
  - ・排水機場のポンプを従来の横型ディーゼルエンジンから立型ガスタービンエンジンにすることにより、ポンプ室上屋を縮小し、約 30%の工事コストを低減。
  - ・開削地下駅のホーム階やコンコースで採用されているコンクリートを充填した合成鋼管柱について、新型合成鋼管柱を開発したことにより、従来より約 4 割の経済化が図られた (日本鉄道建設公団)。
  - ・現地の土とセメントを混合し、斜めの地中壁を構築して護岸とする斜め控え護岸 (TRD 工法) の採用により、従来のコンクリートブロック張りの施工に比べ、工事コストを約 39%低減し、工期を 2 カ月間短縮。同様の工事を 10 件実施 (平成 11 年度: 7 件)。
  - ・大型ローラの仕様により、盛土施工厚を一層あたり 30 cm から 60 cm 程度に厚層化が図られたため、工事コストを 25%低減し、工期の 50%短縮 (日本道路公団)。
  - ・港湾工事における大水深の法面均し、被覆石据付け、出来型検査等の水中作業を遠隔で操作するタイプの水中作業機械において行えるよう技術開発を推進。
- ④ 入札・契約制度の検討
- ・民間の技術提案を受け付ける入札契約方式 (VE 方式、総合評価落札方式、設計・施工一括発注方式等) の導入により、目的物の機能と品質の確保の両立を図りつつ、コスト縮減を推進。
- ⑤ 建設副産物対策
- ・オートキャンプ場内の園路をゴムチップ舗装からウッドチップ舗装にすることにより環境・景観に考慮し、さらに約 20%の工事コストの低減。
  - ・港湾の防波堤の地盤改良工事において、牡蠣殻を地盤改良材に混合して有効利用を図り、約 4%の資材費の低減。
  - ・大阪国際空港のエプロン舗装工事において、既設路盤が新設路盤と見なせるだけの厚さ及び所定の支持力が確認できれば、新設路盤として再利用した。それにより建設副産物の発生を抑制すると共に材料費等を 7.2% (19.31 百万円) 縮減。
- ⑥ 工事の時間的コストの低減
- ・道路擁壁に大型セミプレハブ擁壁を使用することで、従来の現場打ちコンクリート擁壁の施工に比べ、約 3 カ月の工期短縮と約 3%の工事コストを低減。
  - ・水中コンクリート型枠にプレキャストブロック型枠を活用することにより、鋼製又は木製の型枠を使用した場合に比べ、施工期間を約 44%短縮し、工事コストを約 4%低減。
  - ・河川堤防法面除草作業に大型遠隔操縦除草機械を導入することにより、作業の安全性を向上し作業コストを約 45%低減。平成 12 年度は、大型遠隔操縦除草機械を全国で 19 台購入し、現場作業の更なる効率と安全性向上を実施。
- ⑦ ライフサイクルコストの低減 (施設の品質の向上)
- ・耐候性鋼材を活用することにより、防錆塗装に係る維持管理コストを約 9 割低減。平成 12 年度 42 件実施。
- ⑧ 工事における社会的コストの低減
- ・温泉の余り湯を活用した歩道ヒーティングを実施することにより、歩道歩行の快適性を図るとともに、電気の場合に比べ 32%のコストを低減。
  - ・山腹工施工において間伐材を利用することにより、資源の有効利用と周辺環境の調和を進め、さらに従来のコンクリートを使用した工法に比べ約 25%の工事コストを低減。
  - ・従来に比べ舗装内部の空隙が多い低騒音効果のある高機能舗装の実施により、自動車騒音の低減を図るとともに、排水性の向上により走行性や視認性を向上。平成 12 年度施工延長約 500 km。
- ⑨ 工事の効率性向上による長期的コストの低減
- ・平成 13 年度より本格施行となった「公共工事の入札

及び契約の適正化の促進に関する法律」の執行を通じて、公共工事の透明性の確保、公正な競争の促進、適正な施工の確保、不正行為の排除の徹底を図る。

- ・公共事業の調査・計画，設計，入札，施工及び維持管理の各事業プロセスにおいて図面や書類，写真の各情報の電子化，通信ネットワークを利用した情報の共有，交換。
- ・電子入札及び電子納品の実現化を目指し，環境整備を実施。
- ・民間等からの新技術情報を収集し，有用な新技術のより一層の活用を図るため，新技術活用促進システムを整備。

### 3. 公共工事コスト縮減対策に関する新行動計画

新しい行動指針はこれまで進めてきた直接的な工事コストの低減の他に，

- ① 時間的なコストの低減，
- ② 施設の品質向上によるライフサイクルコストの低減，
- ③ 工事における社会的コストの低減，
- ④ 工事の効率性向上による長期的コストの低減，

を基本的な視点として，5分野30施策を掲げ，平成20年度末まで実施することになっている。

公共工事のコストの縮減は，「国土交通省における公共事業改革への取組」（平成13年6月発表）において，基本的な考え方として位置付けられており，平成13年度以降も引続き総合的に諸施策を推進することとしてい

る。

国土交通省の公共工事コスト縮減の具体的施策を表—4に示す。

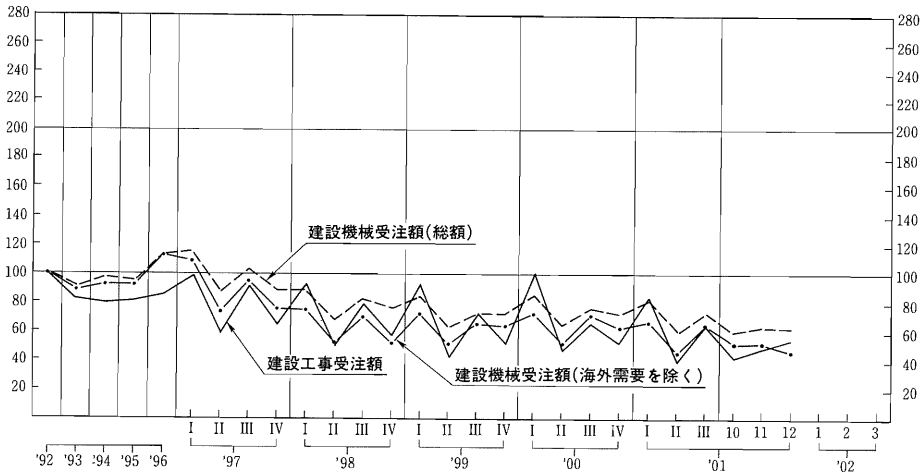
表—4 公共工事コスト縮減の具体的施策（5分野30施策）

<p>(1) 工事コストの低減</p> <p>1) 工事計画・設計等の見直し</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 計画手法の見直し</li> <li>② 技術基準等の見直し</li> <li>③ 設計方法の見直し</li> <li>④ 技術開発の推進</li> <li>⑤ 積算の合理化</li> </ol> <p>2) 工事発注の効率化等</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>⑥ 公共工事の平準化</li> <li>⑦ 適切な発注ロットの設定</li> <li>⑧ 入札・契約制度の検討</li> <li>⑨ 諸手続の電子化</li> </ol> <p>3) 工事構成要素のコスト低減</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>⑩ 資材の生産・流通の合理化，効率化</li> <li>⑪ 資材調達諸環境の整備</li> <li>⑫ 優秀な労働力の確保</li> <li>⑬ 建設機械の有効利用</li> </ol> <p>4) 工事実施段階での合理化・規制改革等</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>⑭ 労働安全対策</li> <li>⑮ 交通安全対策</li> <li>⑯ 環境対策</li> <li>⑰ 建設副産物対策</li> <li>⑱ 埋蔵文化財調査</li> <li>⑲ 消防基準・建築基準等</li> </ol>	<p>(2) 工事の時間的なコストの低減</p> <p>(3) ライフサイクルコストの低減 (施設の品質の向上)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 施設の耐久性の向上 (長寿命化)</li> <li>② 施設の省資源・省エネルギー化 (運用，維持管理費の低減)</li> <li>③ 環境と調和した施設への転換</li> </ol> <p>(4) 工事における社会的コストの低減</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 工事におけるライフサイクルの推進</li> <li>② 工事における環境改善</li> <li>③ 工事中の交通渋滞緩和対策</li> <li>④ 工事中の安全対策</li> </ol> <p>(5) 工事の効率性向上による長期的コストの低減</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 工事における規制改革</li> <li>② 工事情報の電子化</li> <li>③ 工事における新技術の活用</li> </ol>
---	---

統計

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 1992年平均=100)  
 建設機械受注額：機械受注統計調査(建設機械企業数26前後) (指数基準 1992年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年月	総計	受注者別						工事種別		未消化 工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海外	建築	土木		
		計	製造業	非製造業							
1996年	203,812	121,077	21,411	99,666	65,304	5,440	11,991	129,686	74,125	216,529	205,590
1997年	188,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,533	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2000年12月	11,819	7,326	1,522	5,804	3,428	603	461	8,193	3,626	180,331	14,851
2001年1月	9,952	5,560	1,288	4,272	2,867	455	1,069	5,852	4,099	178,782	11,822
2月	11,309	7,324	1,371	5,953	3,038	538	409	7,356	3,953	176,992	13,417
3月	29,365	18,796	3,047	15,749	8,545	824	1,200	18,100	11,265	183,873	22,609
4月	6,283	4,146	966	3,180	1,373	488	277	3,954	2,330	175,139	11,850
5月	7,646	4,860	1,120	3,740	1,826	458	502	4,844	2,803	172,912	11,155
6月	10,138	5,995	1,250	4,745	2,926	565	653	6,486	3,652	172,082	11,801
7月	10,867	7,487	1,113	6,373	2,634	482	265	7,902	2,956	171,465	11,567
8月	11,207	6,562	937	5,626	3,776	471	398	7,144	4,064	171,309	11,461
9月	17,379	11,810	1,687	10,123	4,314	670	585	12,660	4,719	173,405	15,672
10月	8,409	5,266	903	4,363	2,435	425	283	5,247	3,161	170,074	11,723
11月	9,871	6,037	787	5,250	2,287	503	1,044	6,761	3,110	166,755	13,153
12月	10,957	6,813	893	5,920	3,113	562	468	7,301	3,656	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年月	'96年	'97年	'98年	'99年	'00年	'00年 12月	'01年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総額	12,862	13,720	10,327	9,471	9,748	881	693	791	1,136	676	608	670	667	723	987	649	695	688
海外需要	4,456	3,931	4,171	3,486	3,586	379	306	316	397	331	256	266	247	287	317	243	284	324
海外需要を除く	8,406	9,789	6,156	5,985	6,162	502	387	475	739	345	352	404	420	437	670	406	411	364

(注) '92年~'96年は年平均で、'97年~'01年第3四半期は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査  
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

## …行事一覧…

(平成14年1月1日～31日)

### 新年賀詞交歓会

月 日：1月8日(火)  
場 所：機械振興会館6階  
出席者：380名

### 広 報 部 会

#### ■機関誌編集委員会

月 日：1月10日(木)  
出席者：久保和幸委員長ほか22名  
議 題：①平成14年3月号(第625号)原稿内容の検討・割付 ②平成14年5月号(第627号)の計画

#### ■土のリサイクルセミナー

月 日：1月24日(木)  
場 所：コマツテクノセンタ  
参加者：110名  
内 容：「現場循環型工法」等の講演

### 機 械 部 会

#### ■機械部会運営小委員会

月 日：1月9日(水)  
出席者：松本 毅副幹事長ほか5名  
議 題：油脂技術委員会運営方法について

#### ■コンクリート機械技術委員会

月 日：1月16日(水)  
出席者：大村高慶委員長ほか7名  
議 題：①標準化会議における吹付け機の審議内容報告 ②コンクリートポンプの試験方法(※7)の審議

#### ■トラクタ技術委員会

月 日：1月21日(月)  
出席者：秋元孝雄委員長ほか10名  
議 題：ブルドーザ、ホイールローダの燃費評価試験方法の検討

#### ■建築生産機械技術委員会幹事会

月 日：1月22日(火)  
出席者：落合 実副委員長ほか2名  
議 題：①各分科会活動報告 ②来年度新規テーマについて ③見学会の内容(汐留H街区、C街区等)

#### ■建築生産機械技術委員会

月 日：1月22日(火)  
出席者：落合 実副委員長ほか17名  
議 題：①各分科会活動報告 ②見学会検討

#### ■トンネル機械技術委員会IT分科会

月 日：1月22日(火)  
出席者：安川良博分科会長ほか8名

議 題：「21世紀のトンネル工事におけるIT活用の提案」の原案の検討

#### ■ショベル機械技術委員会

月 日：1月23日(木)  
出席者：田中利昌委員長ほか9名  
議 題：①燃費測定法案検討 ②JCMAS改訂検討

#### ■トンネル機械技術委員会廃棄物処理分科会

月 日：1月29日(火)  
出席者：森田芳樹分科会長ほか6名  
議 題：①「トンネル補修・拡幅機械」報告書への内容審議 ②「建設廃棄物」データ処理、分析について協議

#### ■自走式リサイクル建設機械分科会

月 日：1月30日(水)  
出席者：狩野克己分委員長ほか4名  
議 題：仕様書内容について協議

#### ■高所作業車分科会

月 日：1月30日(水)  
出席者：角山雅計分科会長ほか7名  
議 題：ISO識別記号の検討

#### ■基礎工用機械リサイクル技術調査分科会

月 日：1月30日(水)  
出席者：青柳隼人分科会長ほか13名  
議 題：①リサイクルの評価指標と対応技術について ②既存リサイクル技術について

#### ■基礎工用機械アタッチメント標準化分科会

月 日：1月30日(水)  
出席者：浦田 修分科会長ほか13名  
議 題：電動式及び油圧式オーガの操作方式のまとめ

### 調 査 部 会

#### ■建設経済調査委員会

月 日：1月17日(木)  
出席者：高井照治委員長ほか4名  
議 題：機械施工関係の統計について

#### ■新機種調査委員会

月 日：1月18日(金)  
出席者：渡部 務委員長ほか6名  
議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流討議

#### ■新工法調査委員会

月 日：1月22日(火)  
出席者：鈴木弘康委員長ほか8名  
議 題：新工法調査について

### 整 備 部 会

#### ■整備技術委員会

月 日：1月21日(月)  
出席者：吉田弘喜委員長ほか10名  
議 題：「建設機械ハンドブック」内容見直しについて

### I S O 部 会

#### ■情報化施工標準化作業グループ

月 日：1月15日(火)  
出席者：吉田 正リーダほか11名  
議 題：データアーキテクチャ等、全般的検討

#### ■第2委員会

月 日：1月21日(月)  
出席者：本間 清委員長ほか15名  
議 題：①ISO 3471 ROPS改訂の件 ②CD15817 リモートコントロール案文改訂 ③ISO 6393, 6394, 6395, 6396 騒音関係改訂 ④DIS2867 アクセス改訂 DIS投票の件 ⑤WG活動報告及び検討(TOPS, 危険予知, 視界) ⑥5年目の見直し ⑦報告事項(ISO10570アーティキュレートフレームロック等) ⑧ISO5010 操向装置, 追補検討等

#### ■情報化施工標準化作業グループ

月 日：1月23日(水)  
出席者：吉田 正リーダほか7名  
議 題：データアーキテクチャ検討等

#### ■第3委員会

月 日：1月28日(月)  
出席者：斉藤恒雄委員長ほか8名  
議 題：①CD 15818.2 リフティングアンドタイイングダウンの件 ②シンボル第1部改訂ないし追補及びシンボル2部追補改訂ないし追補の件 ③スキッドステアローダアタッチメントブラケット新規作業項目提案の件 ④5年目の見直しの件 ⑤その他(油圧ショベルアタッチメントブラケット取合部の寸法の件, バッテリ新規作業項目提案の件, PIN報告の件, ISO 6011 計器類報告, CD 15998 電子式機械制御システム—性能基準及び試験—の検討, 整備性指針状況報告, オペレーションマニュアルの件等)

### 業 種 別 部 会

#### ■建設業部会幹事会

月 日：1月22日(火)  
出席者：橋本雄吉部会長ほか39名  
議 題：①第5回「若手機電技術者意見交換会」の成果発表 ②その他報告事項 ③見学会について

#### ■建設業部会施工技術活性化分科会

月 日：1月23日(水)  
出席者：阿部愛和分科会長ほか8名  
議 題：①CO<sub>2</sub>削減効果策定の検討  
②将来対応型建設機械、施工法について

#### ■レンタル業部会

月 日：1月24日(木)  
出席者：原 昭雄部会長ほか9名  
議 題：①新会員の紹介 ②平成14年度の事業計画について

### 専 門 部 会

#### ■建設生産システム研究会

月 日：1月24日(木)  
出席者：今岡亮司委員長ほか12名  
議 題：①新技術活用推進 ②情報化施工の普及推進 ③建設生産システムの結論づけ

## … 支部行事一覧 …

### 北海道支部

#### ■除雪機械展示・実演会委員会

月 日：1月16日(水)  
出席者：細川秀人副支部長ほか42名  
議 題：除雪機械展示・実演会の実施運営の協議

### 東北支部

#### ■建設部会

月 日：1月7日(月)  
出席者：三浦吉美部会長ほか10名  
議 題：①平成14年度事業計画について ②創立50周年記念事業について ③特殊工事研修会について

#### ■支部創立50周年記念事業幹事会

月 日：1月31日(木)  
出席者：岩本忠和幹事ほか2名  
議 題：50周年誌編集について審議

### 北陸支部

#### ■広報部会

月 日：1月23日(水)  
出席者：古澤孝史委員長ほか12名  
議 題：①あかしや通信発行について ②支部パンフレットの改訂について

### 中部支部

#### ■技術部会

月 日：1月18日(金)  
出席者：杉本彰男部会長ほか8名

議 題：①技術部会事業内容について ②平成14年度の部会活動計画について

#### ■機械工事塗装要領講習会

月 日：1月28日(月)  
内 容：「機械工事塗装要領(案)同解説」概要と改訂の経緯(中部地方整備局道路部機械課課長補佐・宮田博) ②「防食一般」「防食設計」(中部地方整備局道路部機械課整備係長・柴山泰夫) ③「機械設備の塗装」「防食の施工・品質及び維持管理」(社)日本建設機械化協会委員・酒井一夫)  
参加者：49名

### 関西支部

#### ■企画部会

月 日：1月11日(金)  
出席者：渡辺 昭部会長ほか6名  
議 題：①特別研修会の実施について ②支部通常総会での講演会の講師選定について ③支部パンフレットの発行について

#### ■新年賀詞交歓会

月 日：1月15日(火)  
出席者：高野浩二支部長ほか113名  
場 所：大阪キャスルホテル

#### ■新機種・新工法委員会幹事会

月 日：1月16日(水)  
出席者：河田 巖委員長ほか6名  
議 題：①特殊シールド施工実態アンケートのまとめについて ②施工技術報告会について

#### ■平成13年度施工技術報告会

月 日：1月18日(金)  
場 所：建設交流会館グリーンホール  
参加者：189名

演 題：①岩砕埋立地盤における泥水固化壁の施工—関西国際空港ターミナル地区連続地中壁工事 ②活線道路下での低土被り土砂 NATM の施工—既設地下河川ボックスとの超近接交差事例(新神戸トンネル築造工事)— ③国内初の大規模浮体橋梁の建設—夢大橋(旋回式浮体橋)の架設 ④不良地山・大湧水を克服しての大深度立坑施工—関西電力国文都市付近管路新設工事 ⑤新工法を用いた河川内橋脚の急速施工—洛南道路宇治川橋右岸下部工事 ⑥上向きシールド工法による立坑築造工事—万代・阪南幹線下水管渠築造工事 ⑦大規模掘削へのアプローチ—神戸市地下鉄海岸線建設工事 ⑧土砂流

出対策工—一般国道162号道路新設改良工事(深見トンネル)— ⑨浮上移動式大型支保工(TSM=W)を用いた海上栈橋上部工の施工—関西電力舞鶴火力発電所新設工事の内主要土木第2工区工事—

#### ■海洋開発委員会

月 日：1月23日(水)  
出席者：建山和由委員長ほか4名  
議 題：①海洋埋立てにおける土砂直投工事の施工管理システムに関する実験(ハザマ大阪支店・沖政和) ②海洋開発に関する文献調査

#### ■新機種・新工法委員会

月 日：1月25日(金)  
出席者：河田 巖委員長ほか10名  
議 題：①「特殊シールド工事の施工事例集」の発行について ②施工技術報告会の開催について ③平成14年度委員会の活動計画について

#### ■広報部会

月 日：1月25日(金)  
出席者：名竹利行部会長ほか7名  
議 題：①「JCSA 関西」80号について ②年間行事予定について ③「JCSA 関西」81号の取組みについて

#### ■磨耗対策委員会

月 日：1月29日(火)  
出席者：深川良一委員長ほか10名  
議 題：①シールド掘進途上でのビット交換方法について(佐藤工業大阪支店・大西 豊) ②磨耗に関する文献調査

#### ■橋梁技術委員会

月 日：1月31日(木)  
出席者：岸川秋世委員長ほか14名  
議 題：①足場、高所作業所の調査分析 ②平成14年度検討課題

### 中国支部

#### ■講演会「環境負荷低減施策と最近の建設技術の動向」

月 日：1月18日(月)  
場 所：広島商工会議所  
聴 講 者：136名

内 容：①グリーン購入法と最近の技術管理の動向について(国土交通省中国地方整備局企画部技術調整管理官・潮 司) ②ファイバードレーン工法について(広島大学名誉教授・網干壽夫) ③建設資源の有効利用について(広島大学名誉教授・田澤栄一) ④建設関連産業廃棄物の有効利用について(社)日本建設機械化協会中国支部専門副部会

長・末宗仁吉)

## 四 国 支 部

### ■「四国建設技術官民懇談会」新技術発表会

月 日：1月29日(火)

場 所：高松市：サンメッセ香川

参 加 者：支部会員27名(うち発表者2名)

内 容：新技術発表5件のほか、新技術の実施状況、発注機関における新たな技術の活用についての報告

## 九 州 支 部

### ■第10回企画委員会

月 日：1月23日(水)

出 席 者：相川 亮委員長ほか16名

議 題：支部行事の推進について

- ①評議員の構成見直しの件 ②運営委員推薦の件 ③支部長表彰者推薦依頼の件 ④会長表彰者選考の件 ⑤1級及び2級建設機械施工技術検定学科試験受検申請書販売の件 ⑥支部活性化検討会議開催の件 ⑦部会・委員会見直しの件 ⑧部会・委員会開催依頼の件

### ■機械設備点検整備共通仕様書検討業務作業部会

月 日：1月29日(火)

出 席 者：村上 晃部会長ほか16名

- 議 題：①共通仕様書一次案見直し検討の件 ②点検整備実施の法令根拠と共通仕様書明記の是非について ③設備の機能及び安全の確認と明記

事項について ④機械設備の安全チェックシート作成の件 ⑤水門等機械設備点検整備施行管理の実態アンケート調査の件について

### ■常任運営委員会

月 日：12月7日(金)

出 席 者：川崎迪一支部長ほか33名

- 議 題：①平成13年度上半期事業報告及び同経理概況報告承認の件 ②役員異動状況等

### ■コンサルタント委員会

月 日：12月12日(水)

出 席 者：吉竹正致委員長ほか4名

- 議 題：①機械設備設計のためのチェックリストの標準化について ②施工計画作成に必要な機械等の仕様に関する資料作成について

# —2001年版— 日本建設機械要覧

本書は、国産および輸入の各種建設機械、作業船、工用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要諸元、性能、特長等の技術的事項を網羅しております。なお、今回は「環境保全およびリサイクル機械」を第10章にまとめ内容の充実をはかっており、建設事業に携わる方々には欠かすことのできない実務必携書です。

## 掲 載 内 容

- ・ブルドーザおよびスクレーパ
- ・掘削機械
- ・積込機械
- ・運搬機械
- ・クレーン、インクラインおよびウインチ
- ・基礎工事機械
- ・せん孔機械およびブレーカ
- ・トンネル掘削機および設備機械
- ・骨材生産機械
- ・環境保全およびリサイクル機械
- ・コンクリート機械
- ・モータグレーダ、路盤機械および締固め機械
- ・舗装機械
- ・維持修繕・災害対策機械および除雪機械
- ・作業船
- ・高所作業車・エレベータ、リフト
- ・アップ工法、横引き工法および新建築生産システム
- ・空気圧縮機、送風機およびポンプ
- ・原動機および発電設備
- ・建設ロボット、情報化機器、タイヤ、ワイヤロープおよび検査機器等

## 付 録

1. 建設機械関係日本工業規格
2. (社)日本建設機械化協会規格(JCMAS)
3. 土工機械関係ISO規格

体 裁：B5判、約1,400頁/写真、図面/表紙特製

定 価：会 員 44,100円(本体42,000円) 送料 1,050円

非会員 52,500円(本体50,000円) 送料 1,050円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

## 編集後記

冬も終わりに近づき、日本全国春めいた便りが聞かれるようになってまいりました。

しかし、日本の、特に経済状況はご承知の通り、氷河期のようなのです。

円・株・債券のトリプル安に見られる海外からの日本売りなど、いつの間にか世界経済にとって、「お荷物：日本」の様相を呈するようになってしまいました。

若い人の半数以上が、夢を持ってないと思っている状況から、そろそろ展望が見える状況に国を導いて欲しいと思わずにいられません。

あるいは、かつての経済大国に戻らなくても、この不況から脱出し、世界から信頼される政治大国に脱皮できる良い機会かも知れません。

アフガン復興会議の共同議長を務められた緒方女史のようなグローバルな視点を持った指導者がこれまで以上に求められるのでしょう。

年初から暗い話が多かったのですが、ソルトレーク冬季オリンピック

における日本勢の活躍は、一服の清涼剤のような効果を私たちに与えてくれました。

長野オリンピックの印象が今でも強烈で、長野ほどメダルが取れなかったことに残念な気持ちもありますが、清水・里谷選手の連続メダル獲得など、今まで日本人が出来なかった事を成し遂げたことには、本当に感動いたしました。

次世代にこのパワーを引継いで欲しいと思います。

さて、今月号は「ITと建設の機械化」というタイトルで特集号を編集いたしました。

特集号の企画段階で、様々な提案の中から、最近、業界の各方面で取組まれている、工事へのIT活用について、報文をまとめることになりました。

いただいた報文は、全て地に足のついた、着実にIT活用を図った内容であり、編集委員の私たちも大変、勉強させていただきました。

大規模土工工事や環境が劣悪な中

での災害復旧調査・工事など、IT無くしては成立しない施工の紹介もいただきました。また、学術面と政策面から、活用・普及・展開への提言もいただくことが出来ました。

建設業界を取巻く状況はまだまだ厳しい状態が続くと予想されますが、IT活用は、そのような時代にも必要かつ発展させる必要があることを、今回の報文から、具体的に認識できたと思います。

経済における「ITバブル崩壊」に見られた、期待先行に陥らないように注意しながら、適用領域を広げる一助として今回の特集号がお役に立てば、と思います。

最後となりましたが、ご多忙中にも関わらず、ご執筆いただいた執筆者の方々には、改めて御礼申し上げます。

会員および読者の皆様のご健勝と益々のご活躍をお祈り申し上げます。(原川・奥山・山口(喜))

No.625 「建設の機械化」2002年3月号 (定価)1部840円(本体800円)年間9,000円(前金)

平成14年3月20日印刷 平成14年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 玉光弘明 印刷人 山田純一

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; FAX (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

建設機械化研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8 さつげんビル内

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1 二日町東急ビル

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5 白山ビル内

電話 (025) 232-0160

中部支 部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内

電話 (052) 241-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 1-3-27 大手前建設会館内

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22 築地ビル内

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22 建設クリエイトビル内

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56 八重洲天神ビル内

電話 (092) 741-9380

印刷所 株式会社 技報堂 〒107-0052 東京都港区赤坂 1-3-6