

Ⅱ-14 土工統合管理システムの開発と実証実験

DEVELOPMENT AND PILOT TRIAL FOR NISHIMATSU INTEGRATED EARTHWORK MANAGEMENT SYSTEM

緒方 正剛¹ 飯塚 元輔¹ 村井 重雄² 吉田 貴³
 Seigo Ogata Motosuke Iizuka Shigeo Murai Takashi Yoshida

【抄録】 建設 CALS/EC に代表されるように業界の IT 化が求められている。公共事業を初め、建設事業は件数、費用ともに減少しているのが実状である。建設会社が抱える現実的な問題として、現場数・職員数の減少があり、深刻である。今後、少人数でも実現可能な土工管理システムが必要になってくる。本論文では、少人数でも高度な土工管理を実現するためのシステムの開発を試みた。本システムは、4 つのサブシステムで構成されており、今回、2 つのサブシステムについて実証実験を行った。本論文では、システムの概要を述べ、実証実験の状況を紹介する。

【Abstract】 The public works and private works are decreased year and year. Moreover the construction company will lost work and staff in the future. The construction field must precede IT and Rationalization for the construction CALS/EC. Therefore, we need the advanced system, which can manage the soil borrowing. This system is named Nishimatsu Integrated Earthwork Management System (NIEMS), is composed of four sub-systems. The paper introduces the system to realize the management of a soil borrowing, implements the pilot trial.

【キーワード】 3次元 CAD, GPS, PDA, 施工管理, 安全管理, 品質管理, 労務管理

【Keyword】 3 D-CAD, GPS, PDA, Construction Management, Safety Management, Quality Management, Labor Management

1. 序論

現在、建設 CALS/EC はフェーズ 3 の中間年を迎え、今年度の最重要項目として公共直轄事業における電子納品の実現を掲げている¹⁾。公共事業は、発注件数と事業費が年々減少しており、建設業界にとっては厳しい社会情勢であると言わざるを得ない。そのため、建設事業における IT 化と合理化は、重要なキーワードである。我社でも、社内のネットワーク環境の構築はもとより、全職員を対象とした CAD 講習やメールアドレスの貸

与、現場へのパソコン配布など IT 化と合理化に向けた動きは活発である。そのため現場においては、迅速かつ効率的な施工管理が求められる。我社を含め、建設各社では独自の施工管理システムを個々の現場に応じて開発、運用を行っている²⁾。しかし、汎用性が高いとは言えず、現場が変わるに度にその現場に併せた運用やシステム構築が求められる。その結果、コスト面でのロスが生じる。そこで、建設 CALS/EC への対応や各種現場への対応を前提として、既システムの見直しと新規システムの追加による統合的なシステムの開発を試みた。開発に当たっては、主として現場担当者が要件定義および開発を行った。これを西松土工統合管理システム (*Nishimatsu Integrated Earthwork Management System*: NIEMS) と名付け、2 章で概要、3 章で適用事例、4 章で今後の課題をまとめる。

1:西松建設(株)九州支店感田出張所

(〒822-0001 福岡県直方市感田字川野 724-1)

2:西松建設(株)技術管理部技術管理課

(〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10)

3:西松建設(株)機材部機電課

(〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10)

2. 西松土工統合管理システム

建設工事現場では、①工程管理、②出来高・出来形管理、③安全管理、④品質管理、⑤原価管理など各管理項目を効率よく行うことが重要である。そのため、ヒト、モノ、コストを効率よく管理する必要がある、それに合わせたシステム開発を行ってきた。しかし、現場が変わると、次現場に合わせたシステム再構築が要求される。

本論では、各現場の条件に応じて運用・管理可能な西松土工統合管理システム(NIEMS)の開発に取り組んだ³⁾。NIEMSは、4つのサブシステムから構成されており、各管理項目の一元管理と管理方法の合理化・簡素化を目的としたシステムである。システム構成としては、

- (1) GPSと3D-CADを連携した土工管理システム
- (2) PDAを用いた安全・土量管理システム
- (3) 転圧と敷均を併用した品質管理システム
- (4) ICカードを利用した労務管理システム

の4つである。このうち(1)と(2)については、システムの構築に当たり、現場担当者が必要に応じて要件定義を行い、開発を行った。(3)については、既往システムのひとつであり、(4)は現在開発中である。

本システムの運用において、各現場に専門の職員を配置することは困難であり、現場によって制約条件や管理項目も異なるので、必要に応じてシステムが利用可能な事、現場の職員が操作可能な事、などの事柄を考慮して、各システムは独立して利用可能である。

2.1 GPSと3D-CADを連携した土工管理システム

本システムは、GPS測量による実測データを3次元CADで処理し、出来高管理と出来形管理を実現するものである(図・1)。GPS測量システムは、x,yの位置情報と標高zを電子データとして出力可能であり、そのデータを3D-CADに読み込み、処理を行う。実測データに基づ

くx,y,zの座標値を保持しているため、図面から数量を拾うことができ、出来高管理として土量の算出、管理が可能である。また、現場の状況をコンピュータ・グラフィックス(CG)として再現でき、掘削状況や盛土状況を視覚的に把握・検討が可能となる。各現場でも利用可能なように、市販のハード・ソフトでのシステム構成とした。使用ハードはDOS/V機(CPU:1GHz,HDD:80GB, RAM:256Mb)、GPS測量ソフトはアカサカテック社GPメイト、3次元CADはオートデスク社のAutodesk Land Desktop 3を使用した^{4),5)}。

2.2 PDAを用いた安全・土量管理システム

本システムは、市販の携帯用端末(PDA)を工事用車両(10tダンプトラック)に設置し、運行中の事故防止と、運行後の運搬台数と稼働状況を収集するシステムで、安全管理と出来高管理を実現するものである。システム自体はコンパクトな機器で構成されており(写真・1)、工事用車両の車内の狭いスペースにも容易に設置可能である。本システムは、①運転手への危険箇所、規制などの情報伝達、②音声警告による交通事故防止、③各車両の運搬時間と回数の記録、④土運搬台数、運搬土量の算出、⑤各データの出力、が可能である。

安全管理面では、運行の際の交通事故が懸念されるため、交差点や人通りの多い場所などを個々の現場で任意に設定し、そこで音声を発生し、運転手に対してその情報を提供し、交通安全に対する意識を向上させ、事故防止に繋げようとするものである。

出来高管理面では、運搬台数ならびに記録を必要とする箇所(土取場・土捨て場)での稼働状況を機械的に記録することで、人的な記入ミスを防止でき、データに対し、客観性を保持させることができる。本システムで出力可能な帳票は、運搬回数関係と運搬時間関係の2種

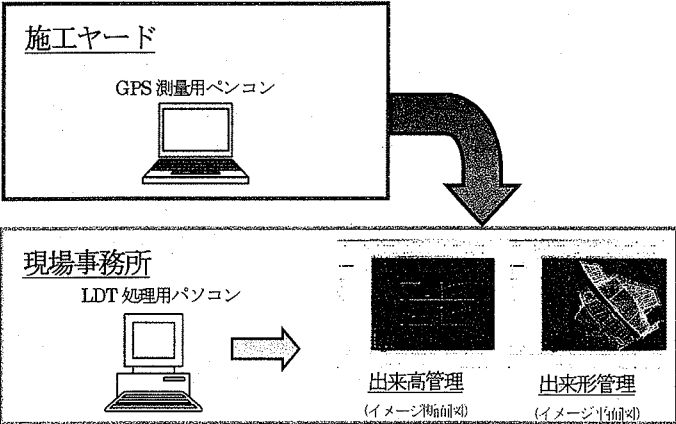


図-1 システム概要

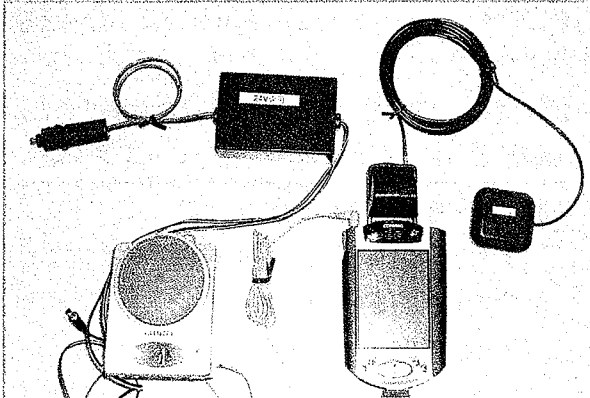


写真-1 システム一式

である。運搬回数は、各車両毎、日報、月報の形式で出力でき、運搬時間は、場内および運搬路で要した時間を管理でき、さらに視覚的に把握できるようにグラフ形式での出力が可能である。

2.3 転圧と敷均を併用した品質管理システム

本システムは、盛土の品質・出来形管理を効率よく行うためのシステムである。RI 計器などを使用する従来の品質規定に対し、本システムを使用した工法規定にすることで、オペレーターの経験によるところが少なく、1層当たりの捲出圧、転圧後標高まで管理できる。その結果として、より精度の高い品質管理が可能となる。また、職員の手間(計測・写真)を大幅に削減することができるので、コストダウンに繋げることができる。さらにシステムの計測データは出来形のデータとしても利用可能なため測量時間の短縮にも繋がる。

本システムでの地盤データの算出に関しては、GPS システムを使用して行う。測位方式は前述の GPS 測量システムと同様の RTK 方式とし、アンテナから地表面への補正は、前後進判別のリミットスイッチとソフトで行う。ダムコンクリート転圧にも使用できるように2軸算出ができるようにしているのが特徴である。

2.4 IC カードを利用した労務管理システム

本システムは、これまで人的に行われていた就労管理、グリーンファイル、入退場記録などの一連の労務管理の効率化を図るものである。本システムは、日本建設機械化協会で標準化した建設 IC カードを個別に配布することで、収集に際しての人的ミス・手間を省き、データの信頼性の確保あるいは客観性の向上を図ろうとするものである。

本システムでは、機械的にデータ収集を行うので、編集・管理業務の効率化にも繋がる。使用する IC カードは、業界統一のカードであり、そのため個人情報の正確

性も保持しており、システムそのものの信頼性も高く、従来の管理システムに比べ、その構築費が安価で済むというメリットもある。現在、本システムは、建退共や労災保険面の機能強化を行っている最中である。

3. 大規模土工事での実証実験

3.1 工事概要

福岡県直方市で着工中の大規模造成工事は、直方市感田東土地地区画整理事業に伴う流通業務施設および宅地の造成工事である。工期は、平成 14 年 2 月から平成 19 年 3 月の約 5 年間で、施工範囲は、国道 200 号バイパスを挟んで左右に約 350,000m² と広範囲にわたる。

施工計画、現場の中央を走る国道 200 号バイパスの高さを考慮して、場内での切盛調整が困難であった。そのため切盛土工量、搬出土量をどのように管理するかが課題となった。本工事での場外への搬出土量は、約 1,100,000m³ にも上る。この残土搬出は、平成 14 年 7 月から 2 年半に渡り 10t ダンプトラック延べ 200,000 台で行う。ダンプトラックが一般道を運行することになり、交通事故など安全管理面での課題も生じた。

3.2 出来高管理システムの適用⁶⁾

本現場では、GPS による現地測量を行うため、切盛土工量の管理が可能となる。測量は、土取場と土捨場の双方で週 1 回の割合で実施した。それぞれの掛かる GPS 測量の所要時間は、土取場で約 2 時間、土捨場で約 1.5 時間程である。3D-CAD でのデータ処理に要する時間は、各々 1.2 時間程度である。

現場担当者が、測量データから対象現場の地形モデルを作成し、土量算出および CG を作成する。切土部、盛土部、仮設道路など色分けすることで視覚的に施工場所、進捗状況を把握できる形で出力した(図-2)。算出した数量および CG は、理事会や定例報告会、月例報告書などで利用している。CG については、会議の場で従来

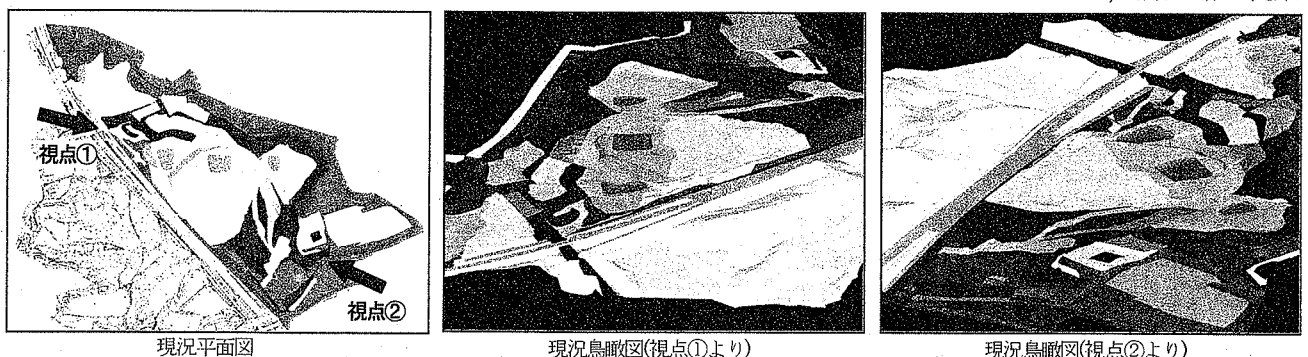


図-2 進捗状況平面図(平成 15 年 7 月度 定例会資料より抜粋)

の2次元の図面よりもわかりやすいとの意見を得ており、これにより施工状況の説明が容易である。理事会や定例会は施工上、重要な会議であり、その点で非常に効果が高いと言える。

3.3 安全および土量管理システムの適用

本システムの運用は、残土運搬の開始日に合わせ平成14年7月に開始した。現場から土捨場までの運搬ルート(片道約12.5km)で交差点、学校など歩行者の多い区間、S字カーブなど危険が予想される箇所、さらにデータ記録のための土取場および土捨場の出入口を加えた片道16ヵ所、計32ヵ所を設定した。

残土運搬については常時40台ほどが入場しており、その全車に本システムを設置した(写真-2)。約1年にわたり運搬を行っているが、平成15年8月末現在、交通事故は発生していない。また、運転手に対して記入式のアンケート、聞き取り調査を実施し、その結果から交通安全に対する意識とマナーが向上していることが判明した。このことから安全管理面での効果が高いと言える。

出来高管理に関しては、従来、ダンプ運転手が行っていた運搬台数を機械的に記録し、そのデータをパソコン上で管理できるので、紙の消費を抑えることができ、データの信頼性を向上させることができた。またタイムサイクルが積込、運搬往路、積降、運搬復路の4つで出力できるため、本適用においては、土捨場計画の際に、運搬計画の検討時に有効に活用することができた。

4. 今後の課題

NIEMSの4つのサブシステムのうち2つのサブシステムの実証実験を行った。平成15年8月現在、継続して実証実験を進めている。品質管理システムに関しては、単体としては適用実績もあるため、運用方法の検討を行うことで、十分実現可能である。労務管理システムについては、現在、開発段階であり、今後、実証実験を進めていく予定である。

今回の適用は、造成現場であった。土工管理での精度の問題や、ダム現場のように施工ヤードが広範囲にわたり、場内で切盛、運搬が行われるような現場での運用に関しては未知数である。今後、複数の現場へ適用を広め、かつ継続的な運用を行うことでシステムの機械的、運用的トラブルを減少し、システムのコストダウン、建設CALS/ECへ対応などが課題である。

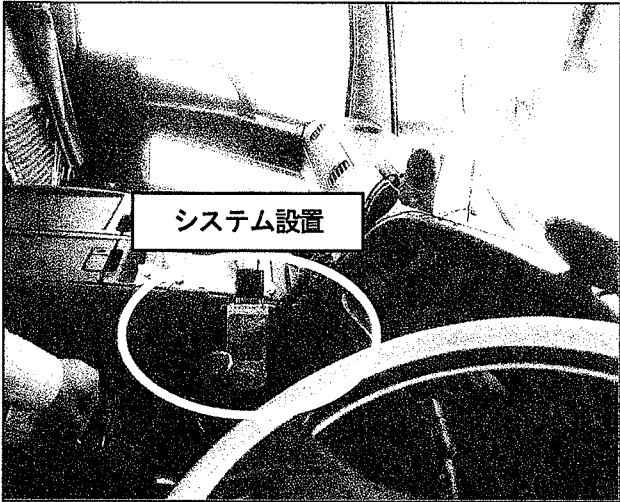


写真-2 ダンプ車内へのシステム設置状況

3D-CADに関して、今回、新規に導入したため、未知数な部分が多く、扱える職員も多くはない。試験運用する形で平成14年2月に2台の先行導入を行い、今回の適用で成果が見られたことから平成15年2月には25台を導入した。今後、3D-CADに関する現地教育を開催し、社内に広く普及させる予定である。

5. 結論

本論文は、西松土工統合管理システムの開発を行い、その概要を述べ、造成工事での適用事例を紹介した。建設CALS/ECの導入やIT技術の向上、パソコンの高性能化など建設現場の情報化施工はさらに進むことが予想される。しかし現場数・職員数の減少を考えると、少人数で高度な施工管理を実現する総合的な管理システムは必要不可欠である。今後、システム改善に向けて、さらに実証実験を行い、システム普及に向け、3D-CADなどの教育環境を充実させること、などシステム完成に向け継続して開発を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) CALS/EC 公共事業支援統合情報システム HP: www.mlit.go.jp/tec/cals,平成15年5月
- 2) 竹内他: IT 土工システム DREAM の開発・第二東名における大規模土工の合理化施工,土木技術 57 巻 3 号,pp.65-72,平成14年3月
- 3) 秋山他: 土工統合管理システムの開発と導入,建設機械 7 月号,日本工業出版株式会社,平成15年7月
- 4) アカサカテック HP: www.akasakatec.com,平成15年5月
- 5) オートデスク HP: www.autodesk.co.jp,平成15年5月
- 6) 緒方他: GPS 測量と3次元CADを連携した土工管理システムの構築,平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp.588-589,平成15年3月
- 7) 飯塚他: GPSとPDAを用いたダンプ運行管理と出来高管理,平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp.590-591,平成15年3月