

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 —

日本道路公団 ○ 小池 正己^{*1}日本道路公団 片寄 学^{*2}清水建設(株) 福森 浩史^{*3}清水建設(株) 皿海 章雄^{*4}

By Koike Masami, Katayose Manabu, Fukumori Hiroshi, Saragai Akio

第二東名高速道路の大規模高盛土工事の施工にあたっては、品質の確保とコストの縮減を実現するために、①大型施工機械による施工、②1層 60cm 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。*DREAM* システムは、土砂搬入管理を行う *TRUE* システム、締固め品質管理を行う *GPSG* システム、出来形管理を行う *Vcon3D* システム、施工管理情報の通信を行う *COMweb* システムで構成される。本システムを第二東名高速道路伊佐布インターチェンジ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】大規模土工、IT、施工管理

1. はじめに

静岡県域における第二東名高速道路は、現東名より北側の山岳地帯を通過する計画となっているため、1ヵ所当たりの盛土量が数百万 m^3 と大規模で高盛土となる工事が多数計画されている。日本道路公団静岡建設局では、これら大規模高盛土工事の施工にあたって、品質の確保とコストの縮減を実現するための指針¹⁾²⁾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盛土施工
- ② 1層の厚さが 60cm の厚層締固めの実施
- ③ 道路盛土の機能的特性を考慮したゾーニング設計の考え方を導入

この施工方針に沿って工事を合理的に進めるためにはいくつかの課題があり、これらの課題を解決するために先進的な情報技術を活用した施工管理システムを開発した。開発したシステムは、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）に試験的に導入し、その適用性について検討した。ここに、その概要を報告する。

2. 大規模高盛土工事の施工上の課題

第二東名の大規模高盛土工事では、320kN 級振動ローラをはじめとする大型施工機械を採用して1層 60cm 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が可能となっている。しかし、その反面、従来の RI やタスクメータによる転圧管理では、測定頻度や面的な締固め状況の把握、また安全性の点で難がある。こうした高速施工に対

*1 静岡建設局建設部	054-272-4914
*2 静岡建設局清水工事事務所	0543-71-0568
*3 土木本部技術企画部	03-5441-0552
*4 土木本部技術第一部	03-5441-0554

応した品質管理手法として GPS を用いた施工規定方式による締固め管理手法があるが、その採用にあたっては、あらゆる条件において常に高い精度で位置情報を取得できることを実現しなければならない。さらに、1 辺 50cm の領域を単位とした品質管理を行うため、膨大な情報量を合理的に扱う手法の確立が要求される。

また、現地発生材の有効活用を目的として、複数の他工事で発生する多種類の土砂を盛り立て材として受け入れるため、搬入される土砂を設計ゾーニングにしたがって適切な盛り立て位置に誘導する必要がある。

上記の課題を解決するため、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*」(以下、「*DREAM* システム」と呼ぶ)を開発した。

3. DREAM システム

DREAM システムの概念図を図-1に示す。*DREAM* システムは4つのサブシステムからなり、各システム間はネットワークで接続され、施工管理情報のリアルタイムでシームレスな連携を実現している。

(1) *TRUE* システム

TRUE システムは複数の他工事からの多種類の土砂を適切な盛り立て位置に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 を書きこんだ ID カードを携帯しており、時速 20km/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、適切な盛り立て位置を電光掲示板に表示して運転手に知らせる。ゲートで読み取った情報は、ゲート通過時刻および指示した盛り立て位置の情報とともに事務所内のサーバに蓄積される。

処理のイメージを図-2に示す。

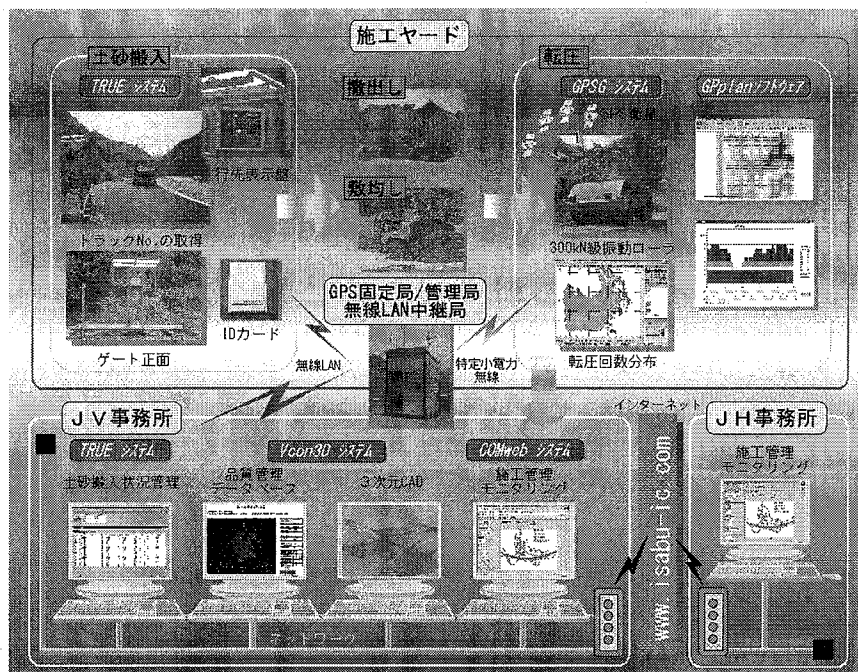


図-1 DREAM システム概念図

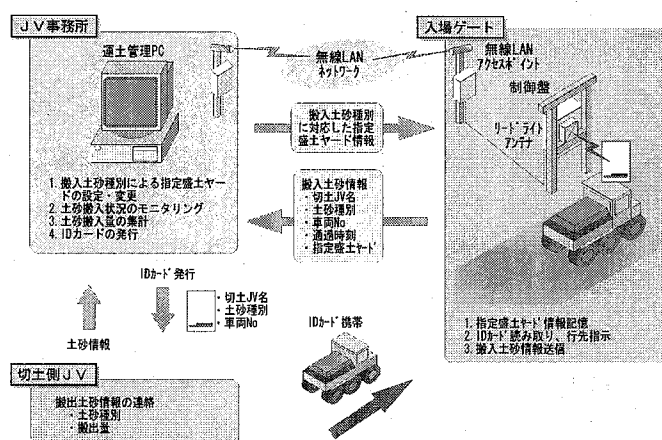


図-2 TRUE システムの処理イメージ

(2) GPSG システム

GPS のみによる測位では、周辺地形条件による捕捉衛星数の不足や電波障害のために、あらゆる条件において常に高い精度で位置情報を取得することは困難である。そこで、GPS 受信機に加えて光ファイバー 3 軸ジャイロと車速センサー（以下、「3 軸ジャイロシステム」と呼ぶ）を組み合わせることで、GPS 情報の欠損の影響を受けないシステムとした。このとき、3 軸ジャイロシステムにより取得される位置情報に対しては、GPS の欠損直前、直後の位置情報を利用するなど、5 種類の補正方法を考案しシステ

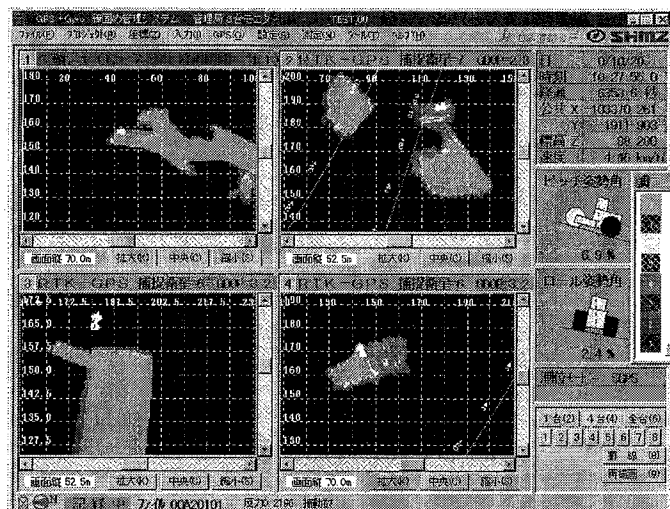


図-3 振動ローラ転圧状況監視画面（4台表示）

ム化³⁾することで、GPS による位置情報と同程度の精度を確保している。

GPSG システムは高精度で取得された振動ローラの走行軌跡を基に転圧判定を行い、転圧状況をビジュアルに表示する。振動ローラオペレータは表示画面で確認しながら作業を確実にし、事務所では複数の振動ローラの転圧状況を同時に監視できる。図-3に複数の振動ローラの転圧状況監視状況を示す。

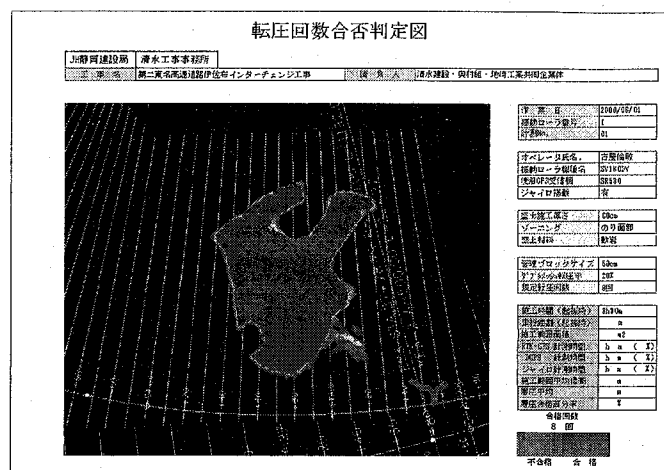
また、GPS 衛星の捕捉状況を事前にシミュレートするソフトウェア (*GPplan* ソフトウェア)を開発しており、衛星の捕捉状況に応じて *GPSG* システム搭載機と GPS 単独機とを効率よく運用することが可能となっている。

(3) *Vcon3D* システム

Vcon3D システムは、3 次元 CAD とデータベースを連携させたシステムである。

GPSG システムで取得された精度の高い位置情報をもとに 3 次元 CAD で数値地形モデルを作成することで、出来形横断図の作成や盛り立て数量の算出を容易に行える。また、自工区切土や他工事搬入土の予定数量から今後の盛り立て計画をシミュレートする機能をもち、シミュレート結果は *TRUE* システムによる搬入土砂の誘導に利用される。

データベースには膨大な品質管理情報や土砂搬入情報が蓄積されており、3次元CADの表示機能を用いて転圧回数分布図や層厚分布図などの管理帳票



圖一 4 品質管理帳票表示例

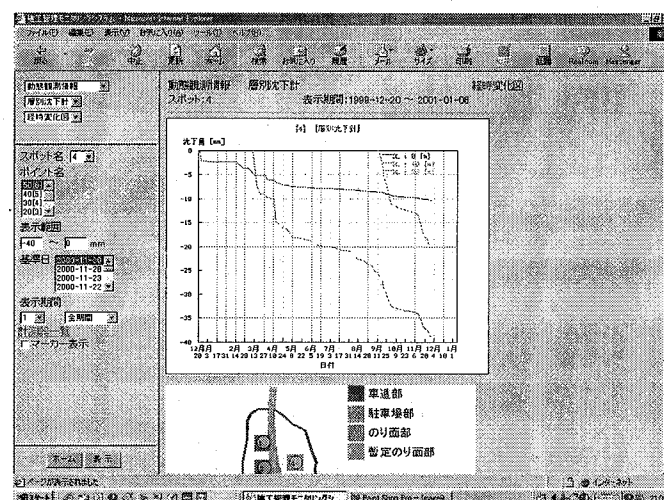


図-5 施工管理情報の閲覧画面例

の作成が容易に行えるようになっている。

図-4に管理帳票の出力例を示す。

(4) COMweb システム

上述の施工管理情報をリアルタイムかつシームレスに連携するために、作業エリアを含む作業所内部に無線 LAN 環境を構築してネットワーク化している。さらに、作業所内部にサーバを設置し、JH 事務所との間でインターネットを介した情報の共有化を図っている。COMweb システムの一部である施工管理モニタリングシステムでは、WEB ブラウザから条件を指定・選択することで、土砂搬入、締固め品質、出来形、動態観測の施工管理情報を自由に閲覧することができる。図－5 に閲覧画面例を示す。

4. おわりに

DREAM システムを伊佐布 IC 工事に適用した際の効果を表-1に示す。

大規模高盛土工事の施工方針に沿って工事を遂行するための課題は、*DREAM* システムの導入により解決が図られているといえる。とくに、*DREAM* システムが追求したデータ連携のリアルタイム性とシームレス性の実現は、省力化・迅速化の面で大きな効果をもたらしているといえる。コストの面では、新しい情報機器を利用していることもあり現状では効果は発揮できていないが、今後の情報技術の進展により高機能化と低価格が進むことを期待したい。

表-1 *DREAM* システムの効果

項 目	コスト 縮減	高品質 化	省力 化	迅速 性	安全 性
大規模盛土の施工方針					
①大型施工機械の採用	◎	●×	—	○	●×
②1層 60cm の厚層締固め	○	—	—	○	—
③ゾーニング設計の導入	—	◎	●×	●×	●×
<i>DREAM</i> システムの導入		↓	↓	↓	↓
① <i>TRUE</i> システム	—	○	◎	◎	◎
② <i>GPSG</i> システム	—	◎	○	◎	◎
③ <i>Vcon3D</i> システム	—	—	◎	◎	—
④ <i>COMweb</i> システム	—	—	○	◎	—

凡例 ◎：効果大、○：効果小、—：効果なし、×：逆効果

【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施工指針（案）、1998年5月
- 3) 皿海他：GPS とジャイロを用いた締固め管理システム、第56回土木学会年次学術講演集第VI部門、2001年10月
- 4) 日本道路公団静岡建設局：IT 土工システム *DREAM* GUIDANCE、2001年4月

The development of an execution management system, “*DREAM*” - rationalized execution of large-scale earthwork for the Second Tomei Expressway -

By Koike Masami, Katayose Manabu, Fukumori Hiroshi, Saragai Akio

Japan Highway Public Corporation and Shimizu Corporation made up the execution management system, named “*DREAM*” system, for large-scale earthworks. *DREAM* system consists of four parts, “*TRUE*” subsystem, “*GPSG*” subsystem, “*Vcon3D*” subsystem and “*COMweb*” subsystem.

“*TRUE*” subsystem indicates the destination of a dump truck to the appropriate work area depending on the class or volume of the loaded soil and rock. “*GPSG*” subsystem controls the compaction condition of a bank using GPS receiver and 3-axle Gyroscope. “*Vcon3D*” subsystem has two functions, 3-dimensional CAD system to generate the digital terrain model and DBMS to accumulate the huge amount of data for execution management. “*COMweb*” subsystem provides the communication network by wireless LAN in site and Internet.

“*DREAM*” system has been applied to Isabu-IC site, which is one of the large-scale earthworks of the Second Tomei Expressway construction work. “*DREAM*” system was confirmed to be a good consequence in each of high quality, laborsaving, quickness and safety by Isabu-IC earthwork.