

Ⅱ-25 「IT 土工システム DREAM」の開発と実用化

片寄 学*1
Katayose Manabu

小池 正己*1
Koike Masami

福森 浩史*2
Fukumori Hiroshi

森下 裕史*2
Morishita Hiroshi

【抄録】日本道路公団静岡建設局と清水建設株式会社は、第二東名高速道路の大規模高盛土の合理化施工を目指して「IT 土工システム DREAM」を開発し、伊佐布 IC 工事において実用化した。DREAM システムは、土砂搬入管理を行う TRUE システム、盛土の締固め管理を行う GPSG システム、土工の出来型管理を行う Vcon3D システム、これらの施工管理情報を統合的に共有する COMweb システムの 4 つのサブシステムから構成される。DREAM システムの適用により、大規模高盛土工事の施工の高速化に対応した作業性と安全性の確保ならびに施工情報の迅速な収集・管理が可能となり、品質の確保とコストの削減を図ることができた。

【キーワード】 RTK-GPS、光ファイバージャイロ、3 次元 CAD、データベース、無線 LAN
施工管理、品質管理、出来形管理

1. はじめに

日本道路公団静岡建設局では、第二東名高速道路の大規模高盛土工事に際し、品質の確保とコストの削減を実現するための指針¹⁾²⁾を策定するとともに、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

この方針に沿って大規模高盛土工事の施工を合理的に行うにあたっては、施工の高速化に対応した作業性と安全性の確保ならびに施工情報の迅速な収集と管理が重要となる。そこで、これを実現するために、最先端の情報技術を駆使した「IT 土工システム DREAM」(以下、「DREAM システム」と呼ぶ)を開発し、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)に適用したので、ここにその概要を報告する。

2. 「DREAM システム」の概要

DREAM システムは統合化されたシステムの総称であり、表-1 に示すように 3 つの施工管理

システムと 1 つの通信システムで構成される。

DREAM システムは、図-1 に示すように、上記の各サブシステムがデータベースを有する Vcon3D を中心に連携しており、施工管理情報をリアルタイムかつシームレスに共有することを実現している。

表-1 DREAM システムのサブシステム

システム名	システムの機能
TRUE	土砂搬入管理
GPSG	盛土締固めの品質管理
Vcon3D	盛土切土の出来型管理
COMweb	作業所内外の通信

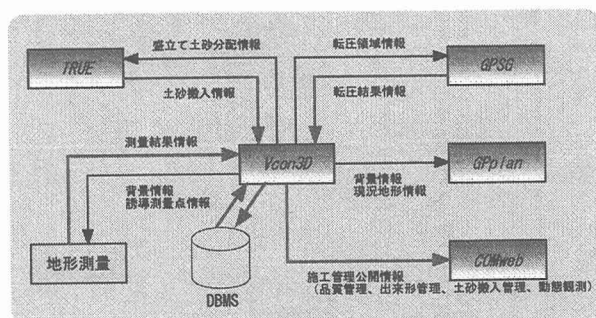


図-1 DREAM システム関連図

*1: 日本道路公団静岡建設局 (静岡県静岡市御幸町 11-30 TEL.054-272-4914)

*2: 清水建設株式会社 (東京都港区芝浦 1-2-3 TEL.03-5441-0552)

1) TRUE システム

第二東名の大规模高盛土工事では、現地発生材の有効活用を図るために、盛り立て材料として他工事で発生した土砂を受け入れる計画となっている。その際、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している。TRUE システムは、盛土の施工にあたって、複数の他工事で発生する複数の種類の土砂を設計ゾーニングに従って適切な盛り立て位置に誘導するものである。

他工事からの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、車両が入門ゲートを通過する際、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。と同時に、カード情報に車両通過時刻と指示した盛り立て位置の情報を付加して、無線LANネットワークにより事務所内のサーバにデータを転送する(図-2)。

本システムでは、搬入車両は入門ゲートで停止する必要はなく、20km/h以下の速度であれば十分に読み取り可能である。また、読み取りエラーが発生した場合を考慮して退避エリアを設けてあり、そこで再度カードの読み取りと行き先表示を行うようになっている。

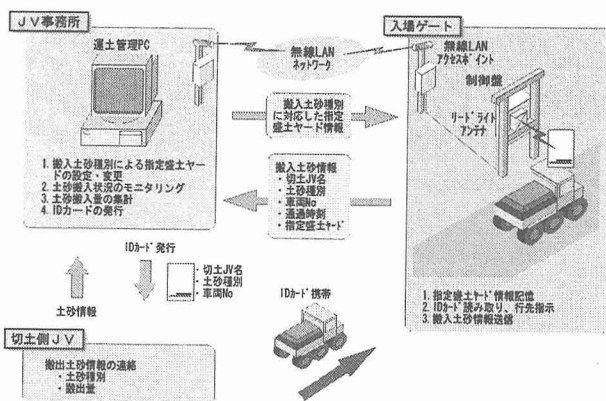


図-2 TRUEシステムの処理の流れ

2) GPSG システム

適切な位置に撒き出された土砂は300kN級振動ローラにより転圧され、1層厚さ60cmの厚層に締め固められる。大规模高盛土の施工では、従来のRI計器による締め固め管理ではなく施工規定

方式による品質管理を行う。ここで、施工規定方式による品質管理とは、振動ローラの走行軌跡から転圧回数を解析し、別途試験盛土により決定した規定の転圧回数に達すれば所定の品質を確保したとするものである。施工規定方式により品質管理を行うためには、振動ローラの位置情報を常に高い精度で把握することが重要である。

GPSGシステムは、GPS受信機に加えて光ファイバー三軸ジャイロと車速センサー(以下、「三軸ジャイロシステム」と呼ぶ)を振動ローラに搭載することで、地形条件等により捕捉できるGPS衛星数の不足や電波障害等のためにGPSによる位置検出精度が低下する場合においても、RTK-GPSと同等の位置検出を可能としたものである。三軸ジャイロシステムによる位置検出の精度を高めるために、表-2に示す5種類の補正方法を考案しシステム化している³⁾。

表-2 GPSGシステムの補正方法

補正方法
γスモーニング
後進補正
ドリフト補正
カルマンフィルター補正
内挿補間補正

こうして得られる振動ローラの軌跡から図-4に示すダブルメッシュ法により転圧判定を行い、管理メッシュ(1辺50cm四方)毎の転圧状況を振動ローラの運転席に設置したパソコンビュータにビジュアルに表示する。オペレータは常に転圧状況を確認しながら締め固め作業を行うことができる。同じ情報は無線LANによりJV事務所に転送され、複数の振動ローラの締め固め状況を同時に監視することができる(図-5)。

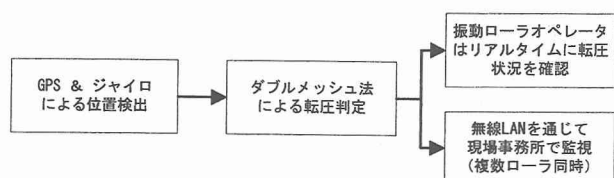


図-3 GPSGシステムの処理の流れ

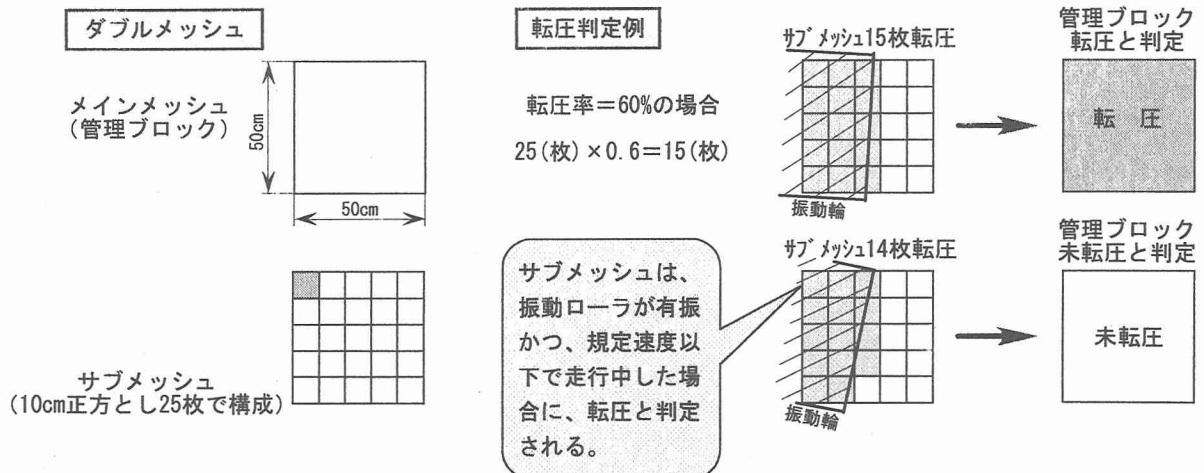


図-4 ダブルメッシュ法による転圧判定方法

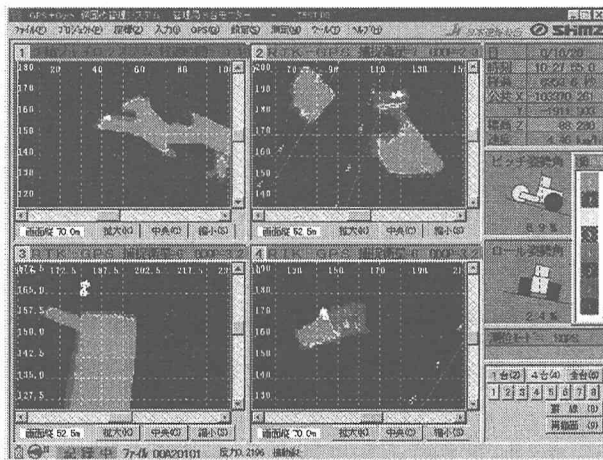


図-5 振動ローラ転圧状況監視画面（4台表示）

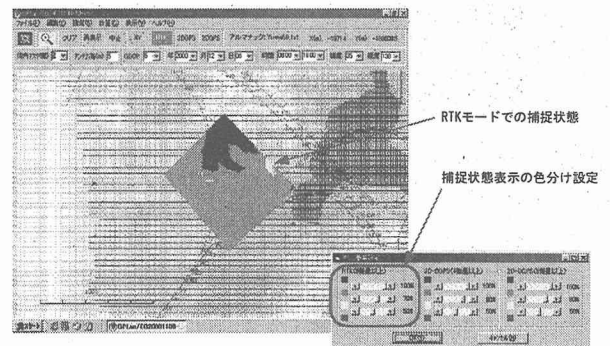


図-6 シミュレーション結果表示例

3) GPplan ソフトウェア

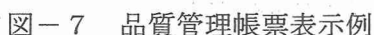
GPplan ソフトウェアは GPSG システムをサポートするソフトウェアであり、指定した日時・施工領域における GPS 衛星の捕捉状況を事前にシミュレートするものである。Vcon3D システムとの連携により周辺地形の影響を考慮できるため、より現実に近い形でのシミュレーションが可能となっている。シミュレーション結果（図-6）をもとに、GPSG 搭載機が必要か GPS のみの搭載機でよいかといった振動ローラの運用計画に利用する。

4) 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。

振動ローラによる転圧時に取得した 3 次元の位置情報は、品質管理のためばかりでなく盛土の出来形管理にも利用できる。GPSG システムにより取得した位置情報を 3 次元 CAD に取りこむことにより、転圧完了時の出来形を数値モデルとして再現でき、出来形横断面図の作成や盛り立て数量の算出、今後の盛り立て計画のシミュレーションを行う機能を持つ。Vcon3D システムはこうした 3 次元 CAD としての側面ともう 1 つ、土砂搬入管理情報や品質管理情報を一元的に蓄積・管理するデータセンター（データベース）としての側面を持つ。

蓄積する情報の中でも品質管理情報は、1 辺 50cm 四方の管理メッシュを単位として蓄積するため、最終的に盛土施工領域全体では 3,000 万レコード（1 レコードは 50 バイト程度）を超える

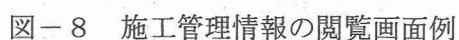


統合情報化システムともいえる *COMweb* システムは、施工ヤードを含む作業所全体を無線 LAN を含む LAN 環境にネットワーク化し、情報をリアルタイムかつシームレスに連携するための基盤となっている。このネットワークを通じて、入門ゲートへの誘導領域変更の指示や振動ローラの転圧状況やインターネットカメラによる入門ゲートの車両通過状況のモニタリングが可能である。

共有している施工管理情報としては、

- ① 振動ローラによる締固め品質管理帳票
- ② 出来形横断面図
- ③ 土砂別搬入数量・ゾーニング別盛立数量
- ④ 動態観測情報（沈下・変位・水位）

がある。ユーザーは、確認したい情報を特定するための条件（対象情報、日付、場所、等）をWEBブラウザで任意に指定して閲覧することができる（図-8）。



DREAM システムは伊佐部 IC 工事に初めて適用し順調に稼動中であるが、各サブシステムともさらなるブラッシュアップを図り、よりよいシステムとしていくことが重要である。*TRUE* システムでは搬入車両の台数把握に留めたが、搬入土砂数量の把握は大きな課題である。*GPSG* システムでは転圧回数の管理をリアルタイムに行えるようになったが、層厚については作業終了後に事務所での後処理により結果が把握されているにすぎない。今後は層厚管理も含めたリアルタイム化を図る必要がある。また、管理メッシュの大きさ（今回は 1 辺 50cm 四方とした）は *Vocn3D* の処理スピードや蓄積するデータ量を大きく左右するため、工学的、システムの適切な管理メッシュサイズについても考えていく必要がある。

- 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