

13. 大規模土工事における車両総合管理システムの開発

清水建設(株)：*新宮 康之、佐藤 隆二
大矢 隆二

1. はじめに

近年施工される高速道路は、太平洋から日本海へ抜ける各横断道、第二東名・名神など、山岳部を通過することが多いため、土工量が多い大規模土工事が増える傾向にある。また、高速道路という線状の構造物を構築する関係上、ダム造成などに比べ、土運搬は長距離になり、場外の一般道路などを利用することが多くなる。この土運搬に使用する多数のダンプトラックがもたらす、近隣道路への渋滞などの悪影響の対策は重要な課題となる。また、大規模土工事においては、安定した高品質の盛土体の確保のため、ゾーニング設計が採用されるが、効率的な施工方法が重要である。そこで今回、車両の入退場を自動的に管理し、盛土工事を円滑に進めるシステムを開発した。



写真-1 談合坂 SA 盛土部現況

2. 工事概要

本工事は休日を中心に渋滞が頻発している中央自動車道の山梨県内の上野原 IC～大月 JCT 間 20.7km を現在の往復4車線から6～7車線に拡幅する事業のうち上り談合坂 SA の拡張を中心とした工事である(写真-1)。特徴としては、(1)談合坂 SA 拡張のための盛土工事を、約 20km の改築工事区間全域の掘削残土を利用して行う。(2)他工事からの土運搬経路は、工事箇所が広範囲にわたること、周辺の一般道路が狭小であること等により、中央自動車道本線を主に使用している(図-1)。(3)盛土部は、盛土高が直高で 50m と非常に高い盛土であり、盛土量も 253 万 m³ と高速道路の施工ではあまり前例のない大規模土工となっている。

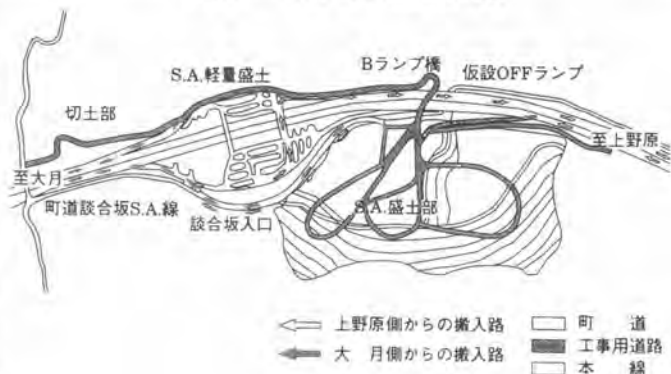


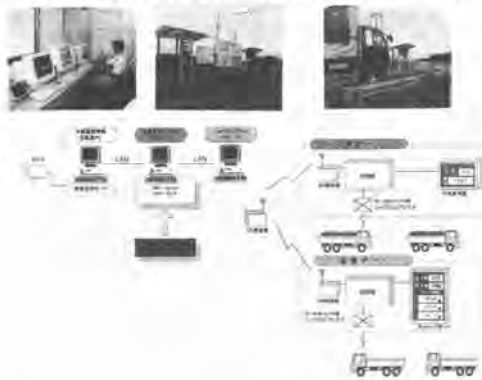
図-1 土運搬経路図

- 工事名 : 中央自動車道（改築）談合坂サービスエリア工事
 発注者 : 日本道路公団東京建設局
 工事場所 : 山梨県北都留郡上野原町野田尻～大野
 工期 : 平成7年11月30日～平成13年9月20日
 但し、平成7年11月30日～平成11年3月13日までの工事については、
 中央自動車道（改築）談合坂工事として既に竣工
 施工者 : 清水建設（株）・東亜建設工業（株）共同企業体
 工事内容 : 高速道路拡幅延長 : 2,194m
 S A 拡張盛土工 : 2,530,000m³（盛土直高最大 50m）

3. 開発経緯

システムの開発にあたって、目的として以下のものを設定した。

1. 土砂運搬車をスムーズに高速道路本線から盛土場内へ誘導し、本線へのインパクトを最小限に抑える。
2. 土運搬車両へ盛土場のリアルタイムの情報を提供することにより、効率的かつ安全な運行管理を行う。
3. 土砂種類別の行き先情報（捨土場所）を土運搬車両各々に提供し、盛土エリアの品質向上および大規模盛土におけるゾーニング施工を実現させる。
4. 土運搬車両の情報をデータベース化し、盛土管理図への展開等の品質管理の合理化を図る。
5. システムの自動化により、作業の省人化を図る



4. システムの概要

図-2 にシステムの概要を示す。

本システムは、土運搬車両入退場システム、渋滞監視システム、GPS 盛土地形測量システムから構成されている。

A. 土運搬車両入退場システム

今回開発したシステムは、移動体と非接触でデータ通信が可能な媒体を用い、車両の各種情報を自動的に認識し、盛土場所への適切な誘導を行うものがメインである。このシステムでは、カード型のデータ記憶媒体（写真-2）の情報を盛土場の入場ゲートおよび退場ゲートで読み込み、工事事務所の管理パソコンへ無線により送信し、データベース化を行っている。これにより、各種データを基に土工事全体の管理データとしてシステムを構築した。

図-3 にシステムの運用イメージを示す。

まず各ダンプトラックの助手席側のウインドウにカード型記憶媒体

図-2 システム概要



写真-2 カード型記憶媒体

を取り付ける。カードには、切土側JVが事前に1枚ごとに“セキュリティーコード”“切土側JV名”“土質名”“ダンプトラックの車両ナンバー”などを、専用パソコンにてあらかじめ書き込んでおく。

盛土側は、毎日搬入前に“JV別”“土質別”の行き先情報を管理パソコンに入力し、盛土場にある入場ゲートに送信している。

カードを装着したダンプトラックが場内に進出し、入場ゲートを通過すると、入場ゲートの読み込みセンサーがカードの情報を読み取り、表示盤に通過車両の行き先情報と車両ナンバーを表示する(写真3,4)。

あらかじめ盛土場は概ね80m×80mの大きさの25のヤードに分けられており、入場車両は場内にある行き先誘導看板に従って表示盤に表示された盛土ヤードに進み、捨土を行い、退場する。

盛土場出口には退場ゲートが設置されており、場内から退出するダンプトラックが通過すると、カードの情報が再度読み取られ、ダンプトラックの“切土側JV名”“土質名”“車両ナンバー”“土砂投入先のヤード”“通過時刻”等の情報が管理パソコンに送信されデータベース化される。

管理パソコンは、入退場ゲートから送信されてきた情報から、リアルタイムに盛土場内に滞在しているダンプトラック総数と各ヤード別の車両滞在台数を分析し、モニター画面に表示すると同時にヤード別の混雑状況を、順調、混雑、渋滞と区分し、ヤードの混雑状況とヤード内の車両滞在台数を退場ゲートに送信、表示する(写真-5, 図-4)。

表示盤に示された情報に従い、切土側JVでは、混雑しているヤードへ捨土する土質材料を積んだダンプトラックの搬出を調整する。盛土側でもダンプトラックの搬入台数が各ヤードで平均化するように、管理パソコンでの行き先指示を調整する。

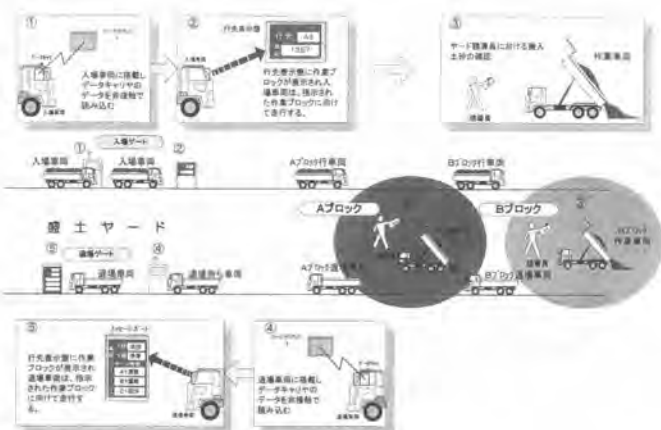


図-3 システム運用イメージ



写真-3 ダンプトラックの入場



写真-4 行き先表示板



写真-5 退場ゲート表示板

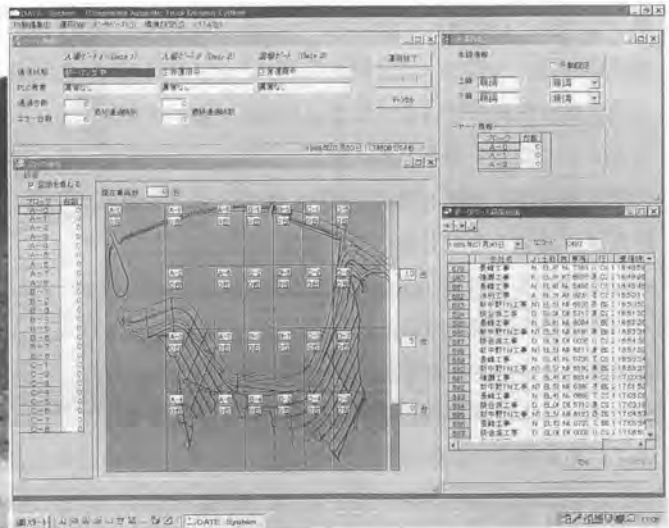


図-4 管理パソコン画面

B. 渋滞監視システム

高速道路本線の混雑状況を得るために現場付近の本線脇に高速道路本線をモニターしているカメラを設置している。管理パソコンにおいて、高速道路本線を上り線、下り線別々に、車両が車線に対して、どの程度の時間占有していたかを 10 分ごとに分析処理し、その占有率の指標より、混雑状況を渋滞、混雑、順調に区別し判定している(写真 6)。混雑状況は、モニター画面に表示され、さらに退場ゲート

に送信され、上下線別の混雑情報が表示盤に示される。盛土場から退場するダンプトラックが表示盤の情報を得ることにより、切土側 JV では高速道路本線混雑時には搬出先、総搬出台数を調整し、本線への土運搬車両による影響を抑える。



写真 6 高速道路モニター画面 画像処理前(左)後(右)

C. GPS 盛土地形測量

盛土工の出来高管理として、定期的な現況横断測量は不可欠であるが、今回の工事における SA 盛土部の盛土範囲は約 150,000² (平面)と広大であり、原地形も複雑で従来の光波測距儀を用いた測量では、時間、労力とも莫大である。そこで今回この現況横断測量に車載式 GPS を用いた手法を取り入れた。この車載式 GPS を用いたシステムは、固定の基準局と移動局(測定車)からなり、基準局は GPS アンテナ、RTK-GPS 受信機、無線モデムで構成され、移動局(測定車)はこれらの機器の他、方位



写真-7 車載 GPS による現況測量

計、傾斜計と助手席に搭載するパソコンで構成される(写真-7)。

測定車に搭載しているパソコン上には、GPS データおよび方位センサーのデータより、SA 盛土場内での測定車の現在位置、向き、測定する断面線、目標断面線に対する現在位置のズレ量が表示される(図-5)。今回の工事では、盛土量の算出に断面法を用いているため、所定断面の付近を走行しながら計測する必要があったが、測定車ドライバーはパソコンのモニター上に表示される目標断面線に対する測定車のズレ量を従い、目標断面線上を測定しながら走行することが可能となった。この測定車で計測したデータは車載パソコンにおいて保存され、本システムの管理パソコンにおいて、盛土量の算出や、盛土平面図、盛土鳥瞰図の作成を自動化で行える(図-6)。さらにこの計測データは、その管理パソコンで既にデータベース化されているヤード別のダンプトラック搬入実績と共有化できるため、任意断面の土質別(粘性土、礫質土等)盛土管理図の作成が可能となった(図-7)。

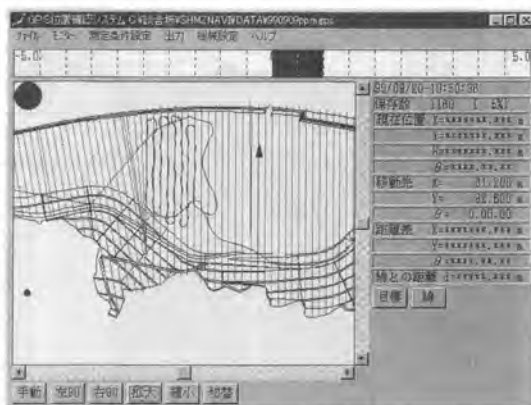


図-5 車内モニター画面

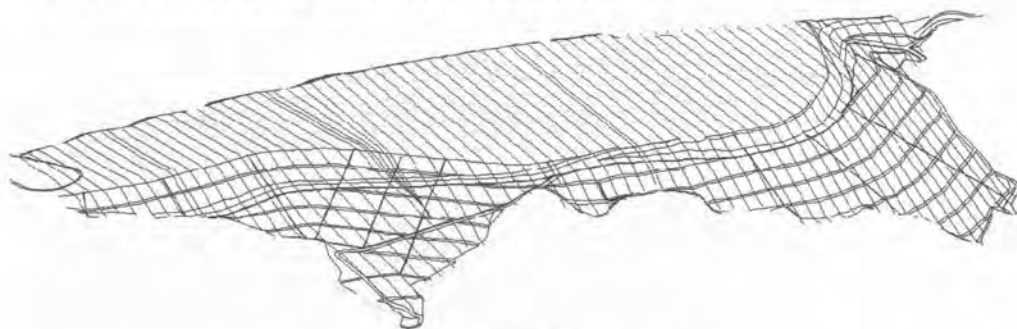


図-6 盛土部鳥瞰図

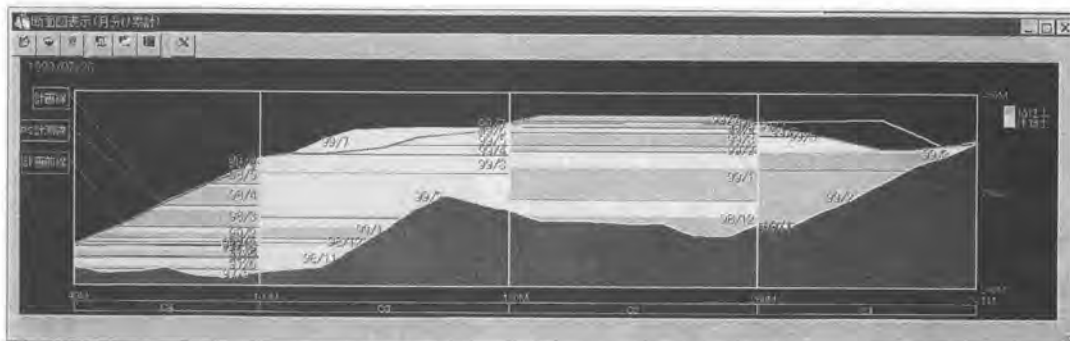


図-7 盛土管理図

5. システムの効果

本システムは、平成9年から現在に至るまで一部改良を重ねながら実運用を行ってきた。最盛期には1日2,000台を越す車両の入場があったが、非接触式センサーを採用したことで、一時停止せずノンストップで土砂運搬車両を入場させることが可能となり、大きな混乱はなかった。更にモニタカメラからの情報を退場ゲートで表示したため、高速道路本線混雑時は切土側JVがダンプトラックの運行をコントロールし、土運搬車両による本線へのインパクトは最小限に抑えられた。

当初より搬入される盛土材の土質の多様性と土質毎の搬入量の変動に対し、切土側JV、土砂種類別の行き先情報を、入場ゲートでリアルタイムに提供できたことにより、土質別の盛り分け、つまりゾーニング施工の実現が可能となった。

退場ゲートでは、ブロック別の混雑状況を表示し、切土側JVと盛土側が土運搬車両をコントロールし、ブロック毎のダンプトラック滞在台数の変動を抑え、1ブロック内の入場車両数が抑制できたことにより(図-8)、ダンプトラックの運行管理の安全性の確保が可能となったと同時に、転圧作業を十分に行えたことにより、盛土の品質の信頼性が向上でき、安定した高品質な高盛土を確保することができた。

また、入退場情報、ヤード混雑状況や高速道路混雑状況をデータベース化することにより、土砂搬入作業に対する日報データを毎日、自動的にまた任意に取得できるため、切土側JV別、土質別、盛土場ブロック別の搬入台数の集計や、盛土場行き先指示や運搬台数の選定に活かすことができた。

一方、当現場は東京から至近距離にあることから、建設廃材などの不法投棄車両の進入が予想されたが、本システムはデータキャリアを搭載していない車両を未登録車として認識し、入場ゲートにおいてパトライトと音声による警告を発生させる仕組みとしていたため、現在のところ不法投棄車の進入は1台もない状況である。

最後に、データの自動送信や自動画像処理等、自動化を徹底することにより、人力による作業は管理パソコンの操作のみに限られ、システムの利用に関する省人化は大きな効果をあげることができた。

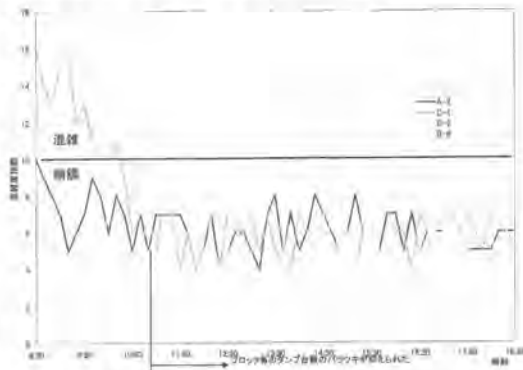


図-8 盛土部ブロック別混雑状況

6. おわりに

本システムを更に発展させるため、データ読み込みセンサーの信頼性向上、車両重量計測による盛土体積と搬入土量との誤差低減、現場内での土砂運搬車両位置検知、などを追加開発したうえで、盛土側管理パソコンと発注側及び切土側パソコンとをLAN化し、情報の共有化が行える総合的な大規模盛土施工管理システムへと発展させていく予定である。