

大規模土工事への 4D-VR の適用

熊本大学大学院 学生員○渡邊健介

西松建設(株) 正 員 緒方正剛

熊本大学工学部 正 員 小林一郎

熊本大学大学院 学生員 中村 浩

1. はじめに

2004年度、CALS/ECアクションプログラムはフェーズ3の最終年度を迎える。今後、次世代CALS/ECへと移行していき、情報の電子化、共有はより高度化していく。国土交通省は、次世代CALS/ECを、「業務プロセスの見直しを行うことも含め、より一歩先んじて検討する」としている。施工段階においては、調査・設計～入札段階ほど電子情報の利用が進んでいない。

筆者らは、次世代CALS/ECにおける建設情報の高度利用として、4D-VRの研究を行ってきた²⁾。4D-VRでは、3D立体モデルと工程情報を統合することで、刻々と変わる現場状況をVR空間上でシミュレートすることが可能である。本研究では、大規模土工事において4D-VRを適用することで、調査・設計段階でのデータを有効利用し、施工段階における電子データ活用例を示す。

2. 土工事における要件

一般に建設工事では、工程／原価／品質／安全が4大施工管理項目に挙げられる。着工に際し、最も重要な案件は、いかにして各種施工のバランスを取りながら工程計画を立てるか(工程管理)、またそれに伴い実工事費用を算出するか(原価管理)である。

構造物工事では、コンクリートの打設順序やブロック毎に工程を引くことができ、比較的短時間での立案が可能である。施工段階に移ると、コンクリートの打設量で出来高管理を行ったり、完成した構造物の寸法を測ることで出来形管理を行ったりと、実施工時の工程を確実に管理しておけば、その他の管理項目は、それ程難しいことではない。

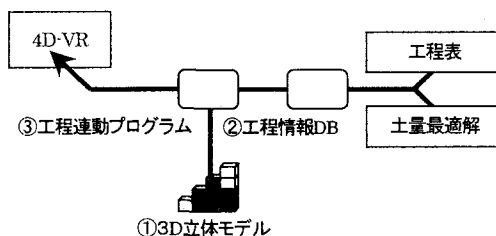
一方、土工事では、工程計画時、最も重要なのは発生が予想される場内土量算出である。従来、繰り返し計算により算出しているが、実状は熟練技術者の経験と勘に頼るところが大きい。そのため、大規模土工事の現場においては、その労力は計り知れないものとなる。算出された土量数値を元に運土計画を行うが、平面図と図面に記された数値のみでは、変化する現場の様子や出来形のイメージは困難である。施工範囲が広く、大型重機によ

る施工が大半であるため、詳細な数量を測量などにより求めるのは時間的、労力的にロスが大きく、そのため出来高管理については概算で行うことが多い。出来形管理についても土工事終了時に行い、構造物のそれと比べても精度が緩やかである。

以上のことから、土工事においては、その管理項目を効率的に達成する手法が重要となってくる。

3. 4D-VR の概要

本研究では、建設工事において、着工前後に実施される工程管理に着目し、施工段階で進捗を管理する際に重要となる出来高／出来形管理を実現するための 4D-VRを開発した。本研究では、大規模造成工事を対象に、工程計画立案と進捗の把握としての出来高／出来形管理が可能であるかどうか検討を行い、本システムが建設工事全般で利用可能であることを示す。以下に、土工事での利用を前提とした 4D-VR の概要(図・1)を説明する。



図・1 4D-VR の概要

①3D 立体モデル

土木用3次元CADのオートデスク社 Autodesk Land Desktop3 (以下 LDT) で計画、現況のポイントデータから切土地形、盛土地形、不変地形をソリッドモデルにて作成する。ソリッドモデルは、差分や切断といった処理が可能で、また土量体積の情報も保持している。

②工程情報 DB

工程計画が持つ工種、施工期間と土量最適解より得られた土量数値をDB化したもので、これを用いることで3D 立体モデルの非表示、施工中表示、完成表示を制御する。

③工程連動プログラム

クライアントからサーバに対し、4D-VR 閲覧要求があると、サーバ内で 3D 立体モデルと工程情報 DB を関連付け、4D-VR の作成及びウェブ配信を行う。

4. ケーススタディ

4.1 工事概要

本工事は、直方市感田東土地区画整理事業に伴う流通業務施設及び宅地の造成工事である³⁾。工期は、平成 14 年 2 月から平成 19 年 3 月の約 5 年間。施工範囲は、現場中央を走る国道 200 号バイパスを挟み左右に約 350,000m² と広範囲である。そのうち、土工事は、約 1,100,000m³ の搬出土量が発生する。平成 16 年 1 月現在、土工事がメインで、全搬出土量のうち約半分の 580,000m³ を場外へと搬出している。

4.2 施工計画への適用

本現場では、図面が電子データとして存在していたため、3D 立体モデルの作成は容易であった。現況図面と計画図面のポイントデータから各々の 3D 立体モデルを作成後、差分を利用し発生土工量のソリッドモデルを作成した。これら 3D 立体モデルと工程情報 DB とを関連付け、工程連動プログラムを回すことで、現場の進捗に合わせた 4D-VR を完成させた。適用に当たって、次の二つを検討項目とした。①工程計画立案が可能か、②出来高/出来形管理が可能か

4.3 考察

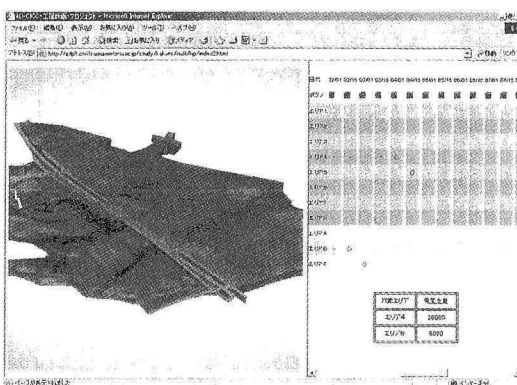
① 工程計画立案への適用

適用現場の土工事は、月 20 日の稼働、1 日 2,000m³ の土量を搬出、の 2 点が前提条件としてあった。そのため、3D 立体モデルを切断して発生土工量を細分化し、切土部と盛土部でエリア分けしたことから、土工事をメインとする全体工事の工程立案は可能であった。ただし、土工事では工程の変更に伴い、発生する土量も変化する。このため、工程計画変更への対応は 3D 立体モデル再作成などの作業が伴い、構造物のときほど柔軟ではない。今後は、土量体積に応じたソリッドの切断作業の自動化

など計画変更時に即座に対応可能なシステムを構築していくことが課題となる。

② 出来高/出来形管理への適用

本システムでは、工程日に合わせて 3D 立体モデルの表示・非表示が行われるため、現場の進捗を把握することができ、大まかな出来形の確認も可能である(図・2)。また、工程情報 DB に入力している土量最適解の体積数値を、対応する工程日に表示することにより出来形に対応する出来高の確認も可能である(図・3)。



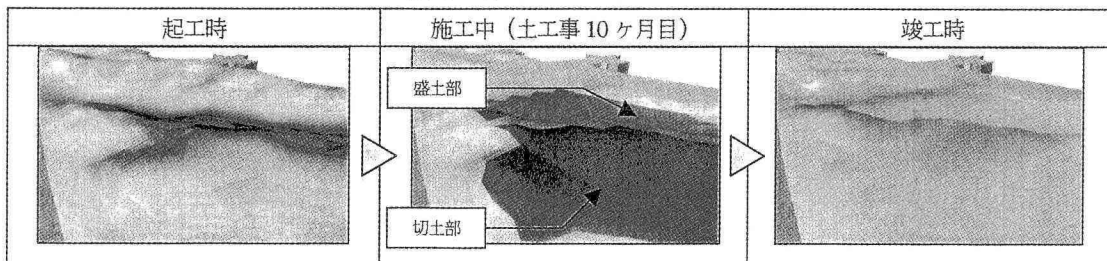
図・3 4D-VR の操作画面

5. おわりに

本研究は、次世代CALS/ECにおける建設情報の高度利用の一例として、4D-VRの提案を行った。今回、大規模造成工事での適用を行い、施工段階での電子データの有効利用という点で十分な成果が得られたと考えている。今後、CALS/ECが加速度的に進められていくことは容易に予想できる。本システムのように技術的な進歩に加え、それを扱う発注者、受注者さらには国民の意識も変化していくことが必要なのではないだろうか。

<参考文献>

- 1) 国土交通省公共事業支援統合情報システム：
<http://www.mlit.go.jp/tec/cals/>，2004 年 1 月現在
- 2) 馬場健他：VR 技術を用いた意見集約型工程計画システムの提案，
第 28 回土木情報利用技術論文集 VOL.12，土木学会，pp.149-158,2003.10
- 3) 緒方正剛他：3 次元 CAD による現場業務の効率化と課題，
平成 15 年度西部支部研究発表会講演概要集（現在投稿中）



図・2 4D-VR による土工事の進捗