

Web-GIS を用いた施工支援システムの構築

熊本大学大学院 ○山口 修平
熊本大学工学部 小林 一郎
熊本大学大学院 西本 逸郎
西松建設㈱ 緒方 正剛

By Shuhei YAMAGUCHI, Ichiro KOBAYASHI, Itsuro NISHIMOTO and Seigo OGATA

近年、公共事業費の削減に伴い事業のローコスト化、省力化、短縮化が求められ、大手施工業者では品質を落とさず施工にかかる費用を削減するため、独自に IT を用いたシステムを導入するなどして業務の効率化を図っている¹⁾。しかし、こうした独自のシステムはその導入に高額な費用が必要となることや、特定の事業に対して開発され、その後の工事へ適用できず汎用的でないといった問題もあり、今後、低コストで汎用的なシステムが求められる。さらに、事業費の削減に伴い、各施工業者では人員の削減が実施されてきたが、このことが、熟練技術者や作業労働員の不足といった新たな問題を引き起こし、従来経験工学と言われる建設分野において、経験の浅い若手技術者が管理業務について熟練技術者から学ぶ機会を奪っている。このことから、今後ますます施工業務の効率的な進捗を支援するシステムが必要になるものと考ええる。

本論文では、大規模土工事における施工管理業務を支援するためのシステムを構築した。本システムは Web-GIS と 4D-VR を用いて情報の管理/共有、工程管理という業務を支援することを目的とする^{2), 3)}。

【キーワード】 Web-GIS 情報共有 4D-VR 工程計画 施工シミュレーション

1. はじめに

建設 CALS/EC による電子化・標準化が進められ、次年度より次世代 CALS への移行が提唱されている。建設現場では、民間企業の努力により全職員にパソコンが配布され、CAD 図面の利用など以前より大幅に進んでいる。しかし現状は、建設 CALS/EC が本来目的とする電子化・標準化とは意を異にし、単にパソコンでデータを利用しているだけで、真の CALS とは言い難い。

本研究では、新たなツールを導入し、現場業務で発生する情報の効率化を図るのではなく、現在あるツールを最大限に利用し、建設現場における情報の電子化・標準化の一つの在り方を提案するものである。システムの適用事例は、①福岡県の大規模土工事②熊本県の災害復旧工事とするが、紙面の関係上、本論文では①について記述する。

2. 大規模土工事

(1) 工事概要

大規模造成工事は、多くある土木工事の中でも施工の情報化が進んでいる工種の一つであると言える。現在、福岡県直方市感田地区(図-1)で施工が進め

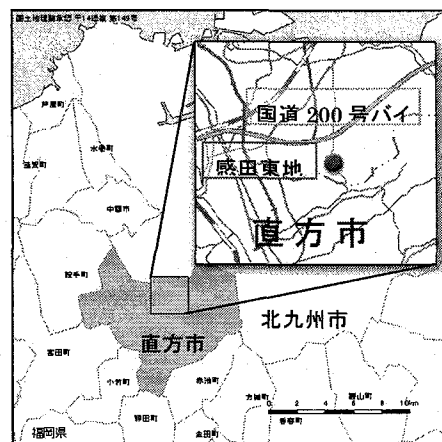


図-1 感田東土地区画整理事業

*1 自然科学研究科 096-344-2111
*2 工学部環境システム工学科 096-344-2111
*3 自然科学研究科 096-344-2111
*4 九州支店土木部 092-771-0385

表－１ 工事概要

工期	平成 14 年 2 月～平成 19 年 3 月
施工面積	約 350,000m ²
搬出土量	約 1,100,000m ³
発注者	直方市感田東土地区画整理組合

られている感田都市計画事業感田東土地区画整理事業は、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、北九州市と飯塚市を結ぶ国道 200 号バイパスを挟んで左右に約 350,000m²と広範囲にわたっている。また、施工計画上、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行われているため、場外への搬出土量が、およそ 1,100,000m³にも上る(表－1)。本工事に際しては、場内での切土量と盛土量の把握が重要課題となる。このため、適用現場では、工事着工時から 3 次元 CAD が導入されており、GPS 測量と連携させて土工管理が行われている。また、本工事の発注形態は、組合施工であることから、設計/施工を同時に行うという特殊な施工形態を執っている。さらに単年度工事であるため、年度ごとに検査が実施されている。

(2) 本工事の特徴

本工事では、単年度工事と補助工事で施工が行われるため、年度ごとの契約業務と清算業務、さらに年度末には検査が実施される。また、発注者が 130 組の地権者からなる組合であることから、地権者が各所有地に対してそれぞれの要望を持つため、設計や工程、積算など調整や検討項目が比較的多いように思われる。こういった発注・受注形態で 5 年間、工事が進められるため、その間に発生する図面や書類と言った建設情報は膨大な量となり、その維持・管理手法はもとより、継続的な利用形態も問われることとなる。

さらに、諸条件により土工事の場合調整が困難であり、場外へ残土搬出を行うことになるため、その運土計画や工程計画の立案は経験と勘に頼るところが大きい。また、施工範囲も約 34.8ha と広範囲にわたるため、出来高や出来形の平面図など日々変化する現場の様子をイメージで把握することは若手技術者にとっては困難である。

(3) 情報の管理の必要性

現状では、情報の維持・管理が煩雑化しており、管理者は品質管理や工程管理といった日常業務とは別に報告業務を行う必要があり、大きな負担となっている。また、電子情報の有効利用に対する意識が低いため、せっかく作成された電子情報の管理が二次利用を考えられていない。さらに、3次元 CAD と GPS 測量による土工管理のオペレーターが一人しか選任されておらず、そのひとりを欠くとシステムが止まってしまうという問題がある。

本研究ではこれらの問題に対して、情報の管理/共有と工程の管理が重要であると考え、それぞれに対するツールとして Web-GIS と 4D-VR を用いた。

3. 施工管理支援システムの提案

(1) システム構成要素

本システムは、Web-GIS による情報共有ブロックと 4D-VR による施工シミュレーションブロックから成る。

表－2 に本システムにおける両者の役割を示す。

(2) 情報共有ブロック

Web-GIS の技術を用い、情報の共有/管理を行う。Web-GIS とは、地理情報と属性情報を関連付け、情報の検索・閲覧・登録を可能にする GIS 機能と Web 技術を統合したものである。以下に情報共有ブロックのシステムの概要(図－2)と利点を示す。

① 地図情報

基盤となる地図情報には設計段階で作成された現況・計画図を用いる。地図情報には測量や設計による線形や区画のデータと画像、図面などの位置情報であるポイントデータなどがある。

② 属性 DB

工事で発生する図面データ・測量データ・画像データなどが持つ作成者・作成日といった属性情報を DB (Microsoft Access) で管理する。

③ Web-GIS ソフト

ソフトウェアは MapGuide 6.3 (Autodesk 社) を使用し、地図情報と属性 DB を関連付ける。

表－2 Web-GIS と 4D-VR の役割

	施工計画時	実施工時
Web-GIS		情報管理, 状況把握
4D-VR		出来高/形管理

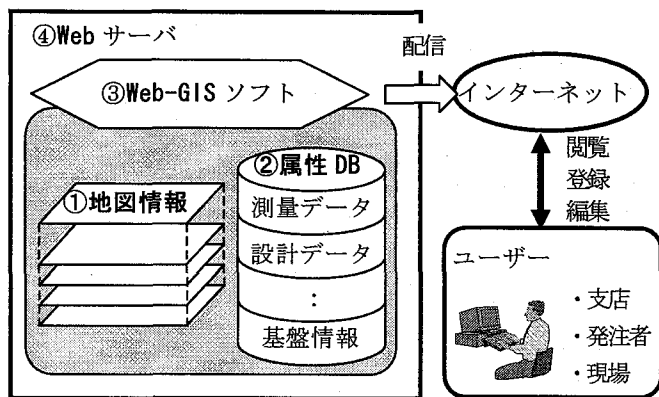


図-2 システムの概要

④ Web サーバ

WindowsNT(IIS4.0)を使用し地図情報をインターネットフェイスとした地理空間情報をインターネットに配信する(図-3)。

- 1) Web-GIS の基盤となる地図には設計段階で作成された現況・計画図を用い、ユーザーが図面と各種情報の関連を視覚的に把握することができる。また、既存のデータを二次的に利用しデータ作成の手間を省き効率化を図った。
- 2) 情報検索:現場で使われる図面や工事写真は、全てデータベースに納められるので、条件に合わせて検索することができる。そのため、情報の二次利用や報告書の作成など日常業務に要する時間を削減できる。
- 3) 情報登録:現場で日々発生する情報をWeb上で登録できることで、関係者は時間的・距離的制約を受けずに最新の情報を共有できる。例えば現場管理者が測量によって得られたデータを登録すると、登録された測量ポイントは地図上にプロットされる。その他の現場関係者はこれを見て、測量

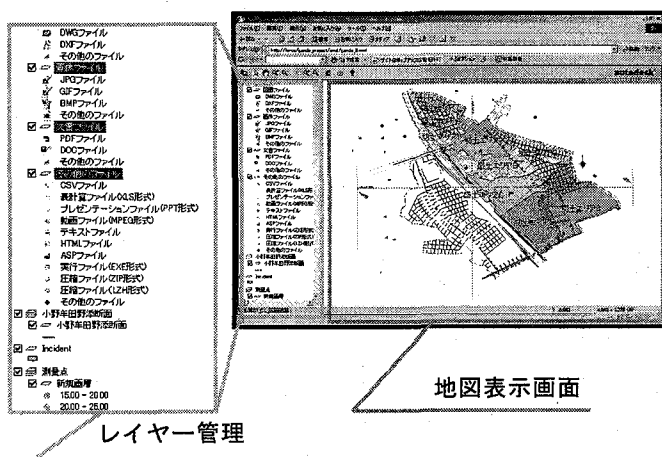


図-3 Web-GIS インターフェイス

の軌跡をたどり、測量の不備がないか確認することが可能となる。

(3) 施工シミュレーションブロック

4D-VR を用い、工程計画立案と進捗の把握としての出来高/出来形管理による現場の施工シミュレーションを行う。4D-VR とは、最適解によって得られた工程表と3次元モデルを連動させ、ある施工日における現場の状況をVR空間内で表現するものである。以下に施工シミュレーションブロックの概要(図-4, 5)とその利点を示す。

① 3次元モデル

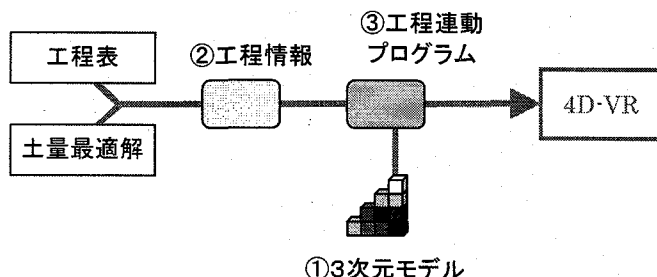
土木用3次元CADのLandDesktop3(Autodesk社、以下LDT)で計画、現況のポイントデータから切土地形、盛土地形、不変地形をソリッドモデルにて作成する。ソリッドモデルは、差分や切断といった処理が可能で、また土量体積の情報も保持する。

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3次元モデルの非表示、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



①3次元モデル

図-4 4D-VR の概要

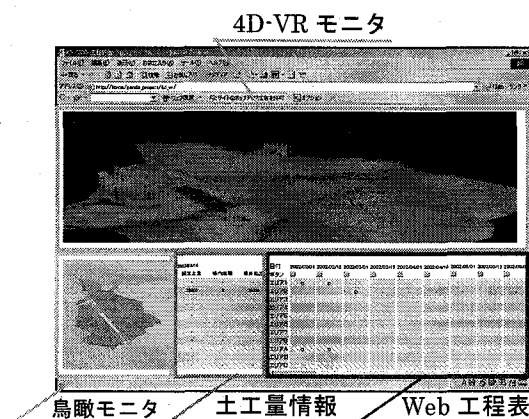
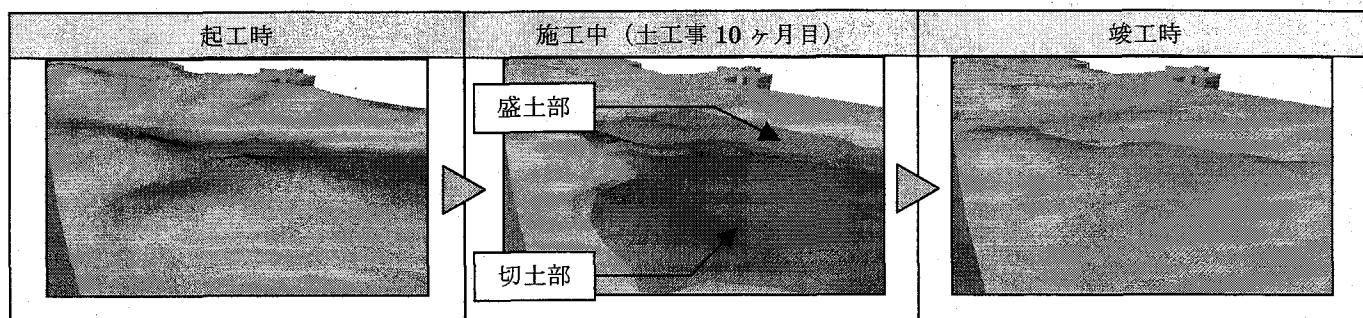


図-5 4D-VR におけるシミュレーション画面



図－6 4D-VRによる土工事の進捗

があると、サーバ内の cult3D(cycore 社)で 3 次元モデルと工程情報 DB を関連付け、4D-VR の作成及びインターネット配信を行う。

- 1) 工程計画の把握: 工程表と 3 次元モデルを関連付けることで、視覚的・包括的に工程計画を把握することができる(図－6)。
- 2) 図面、工程表の不備を発見: 図面を 3 次元化することで、平面図のみでは気付かない不具合や人的設計ミスを発見できる。
- 3) 現場諸条件の予測: 図面では確認しづらい作業スペースや機材の搬入出経路の確保など、工事実施後の具体的な現場状況を視覚的に把握することができる。

4. 適用結果と考察

情報共有ブロックでは、これまで管理者各自のパソコンなどで保存されていた情報を Web-GIS 上に収集し管理することで、関係者がその情報を共有することが可能となった。さらに、GPS の測量データを反映して、測量ポイントが認識できるなど、Web-GIS 上で視覚的に情報の位置や種類が表現されていることから、現場に慣れていない関係者も情報を把握することが可能となった。しかし、Web-GIS 上で情報の確認はできるといっても、紙情報はまだまだ必要となるというのが現状である。また、今回システム構築に当たり、使用したのは適用現場の情報だけであり、周辺の環境情報や、他の現場の情報を利用するまでには至らず、周辺環境の情報を参照できるといった Web-GIS の特性を最大限に活かすことができなかった。

施工シミュレーションブロックでは、工程日にあわせて 3 次元モデルの表示/非表示が行えるため、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った。また、工程情報をデータベースに入力している

土量最適解の体積数値をそれに対応する工程日と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った。このように、本来は、設計条件と日ごとにあがってくる測量成果を考慮して、工程計画を進捗と対応させていくことが理想だが、現状では工程計画の立案のためのシステムと言うよりも、進捗の確認や出来高/出来形の確認の意味合いが強い。

また、システムの運用に関しては、支店のみにサーバと選任のオペレーターを配置し、各現場の情報管理を行うことで、人件費の削減とシステム運用の継続が可能になると考えられる。

5. おわりに

本研究では大規模土工事における工事特性と管理業務の問題点を明らかにし、それに答えるシステムとして Web-GIS と 4D-VR を用いた施工管理支援システムの構築を行った。今後は、本システムを現場の業務で運用することで、より実務に沿うようシステムを改善していきたい。また、熊本県の災害復旧工事に関する適用事例の詳細は発表時に述べる。

【謝辞】

西松建設株式会社九州支店感田出張所所長の原 登志和様にはシステム構築に当たりデータの提供をしていただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 緒方正剛他: 土工統合管理システムの開発と実証実験, 2003 年度土木情報利用技術講演集 vol.28, pp.51-54
- 2) 内閣官房, 地理情報システム(GIS)関係省庁連絡会議: <http://www.cas.go.jp/>, 2004 年 2 月現在
- 3) 小林一郎他: VR 技術を用いた意見集約型工程計画システムの提案, 2003 年度土木情報利用技術論文集 vol.12, pp.149-158