

CAD-GIS 連携システムの開発 -工事完成図を用いた地図更新-

CAD-GIS Data Transformation System

川岸元彦¹・大井忠²・岡嶋国明³・秩父基浩³

Kawagishi Motohiko , Oi Tadashi , Okajima Kuniaki and Chichibu Motohiro

抄録:筆者らは、道路工事を対象として公共事業の維持管理ライフサイクルを通じたデータ再利用の観点から、計画、測量、設計および施工で主に利用される工事成果品(CAD データ)を、最新の現況地理情報(GIS データ)へ即時反映する CAD-GIS 連携システムを開発中である。

本システムの発注者である大阪府殿との実証実験において、工事完成後に納品される SXF データに基づき地図データが更新できることを確認した。さらに、本システムを CALS システムへ適用する際の課題も整理した。今後、実適用化に向けた機能検証を進める予定である。

キーワード: コンピュータ支援による設計, 地理情報システム, データ変換, ライフサイクル

Keywords : CAD, GIS, Data Conversion, Life-Cycle

1. はじめに

国や地方自治体は、産業振興や住民生活の向上に必要な道路、河川、上下水道、公園および港湾等の社会資本の整備に取り組み、これまでに非常に多くの社会資本を管理するに至っている。しかし昨今、施設の更新需要の増大や財政的制約により、事業全体をより効率的に執行できる体制整備の必要性が顕在化している。国土交通省はその対応の一環として、ITを用いて公共事業執行の合理化・省力化を実現する「CALS/EC」を提唱しており、現在「国土交通省建設 CALS/EC アクションプログラム(以後 AP と呼ぶ)2005」の総括を行うと共に、次期 AP の策定に向けた取り組みが行われている。

「CALS/EC」は、組織間および事業段階間における情報交換や共有を図り、コスト削減や事業執行の効率化を目指している。そのためには、既存の紙形式のデータを電子化して管理することのみならず、公共事業のライフサイクル(計画、測量、設計・施工および維持管理)を通じたデータの活用および逐次更新を実現することが重要である。

そこで筆者らは、道路工事を対象として、前記ライフサイクルを通じたデータ再利用の観点から、計画、測量、設計・施工で主に利用される工事成果品(CAD データ)を、最新の地図情報(GIS データ)へ即時反映する CAD-GIS 連携システムを開発中である。

本論文では、道路工事を対象として CAD-GIS 連携システムを用いた地図データ更新の概要について述べる。

2. 初期データ構築

各自治体では、過去に実施された工事の成果品として、膨大な紙データ(図面および調書等)が管理されている。例えば、道路拡幅工事、道路標識や照明灯等の維持管理業務等においては、工事受注者は発注者から貸与された紙図面を電子化して利用する場合がほとんどである。紙図面を電子化する場合、電子データの形式の選択が重要である。電子データの形式としては、「ラスタ形式」と「ベクタ形式」が一般的である。表1に両形式の長所と短所を示す。

「ラスタ形式」では、紙図面をスキャナで読み込むことにより容易に電子化できるが、ラスタ形式の図面は単なるイメージデータのため、例えば図面内に記載された標識や照明灯等(以下、道路地物と呼ぶ)を選択することや、その仕様情報を閲覧すること等は困難である。

一方「ベクタ形式」では、紙図面をスキャナ等によりラスタ化したデータを、線分や円弧等の図形要素によりベクトル化する。ベクトル化により道路地物そのものを単位として管理できるため、業務上の利活用度は高い。しかし、ベクトル化に用いられるラスタバクタ変換には図形認識の点で以下の課題がある。つまり、前記変換で利用される図形認識は、主に論理回路を対象^{1),2)}としているため、地図データに適用した場合、地形図などに含まれる等高線が多数のショートベクトルに分割され、データ量が増大するという課題がある。さらに、図面に含まれる文字とそれに隣接する図形要素との位相関係を誤認識し、正確な線画データを生成できな

1 : 非会員 三菱電機(株)先端技術総合研究所

(〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町 8-1-1, Tel :06-6497-7657, E-mail : Kawagishi.Motohiko@ds.MitsubishiElectric.co.jp)

2 : 非会員 三菱電機(株)先端技術総合研究所

3 : 非会員 三菱電機(株)神戸製作所

表一 電子データの形式

| データ形式 | 長所 | 短所 |
|-------|-----------------------|---------|
| ラスタ形式 | 電子化が容易なため、コスト小 | データ利用難 |
| ベクタ形式 | 道路構造物等が選択可能ため、データ利用可能 | 電子化コスト大 |

いために、変換後のデータ確認および修正に多大な労力を要し、電子化コストが増大するという課題もある。

そこで、前記2種類の方式の長所を考慮し、本システムでは、「ラスターベクタ融合形式」により初期データを構築した。つまり、主に背景図として利用される道路台帳附図等の図面はラスタ形式により電子化し、一方工事や維持管理作業時の中核データである道路骨格や道路地物は、ベクトル形式によりそれぞれ電子化した。

3. CAD-GIS 連携システム

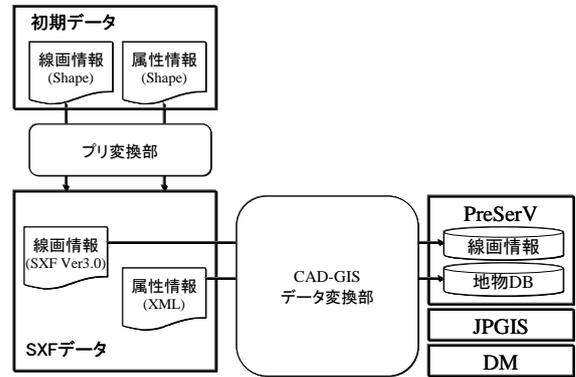
本システムの機能構成例を図1に示す。本システムでは、CADデータとして SXF Ver3.0(以後、SXF データと呼ぶ)を利用する。一方 CAD-GIS データ変換部の出力データとしては JPGIS や DM など考えられるが、本実証実験では「PreSerV」(三菱電機(株)製 GIS システム)のデータ(以後、地図データと呼ぶ)を採用した。図1において、初期データとは前述の方式によりベクトル化された線画情報と属性情報を指す。前者は道路台帳附図等の図面に基づき構築され、例えば道路骨格や照明灯等を折れ線や点などの図形要素を用いて表現した絵的な情報である。一方後者は、照明灯や道路標識等の個々の地物に対して、識別子および設備仕様等を表現した情報である。次に、前述の初期データを入力データとして、プリ変換部により線画情報は SXF データへ、一方属性情報は XML 形式のデータへそれぞれ変換される。前記 SXF データおよび属性情報は、設計や工事時に外部業者へ受け渡され利用された上、委託業務完了後に成果として納品される。

1. データ授受および更新の単位

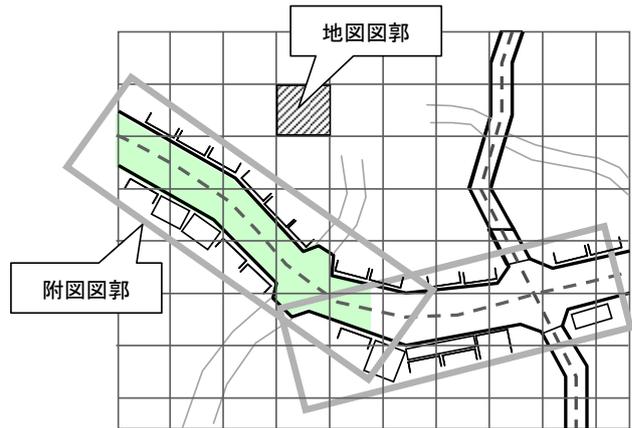
本システムでは、受発注者間での SXF データ授受および地図データ更新の単位として地図データのメッシュ(以下、地図図郭と呼ぶ)を採用した。図2に地図図郭の例を示す。工事対象領域が1枚の地図図郭に納まりきらない場合、受注者は複数枚の地図図郭を貸与されることになるが、地図図郭は位置情報を保持するため、市販の CAD システムを用いることにより、図郭の結合処理などは容易に行える。さらに工事完了後、結合した地図図郭を貸与時の単位に分割して納品する。

2. 線画情報の処理

納品された SXF データを地図データの線画情報へ変換する手順は以下の通りである。まず、SXF データの線画



図一 CAD-GIS 連携システムの機能構成



図二 更新単位

情報を解析して図形要素を識別した後、図形要素の幾何情報を取得する。識別された図形要素が地図データに存在する場合、前記幾何情報を用いて地図データの線画情報を生成する。一方図形要素が地図データに存在しない場合は、他の図形要素で近似表現することとした。例えば、本システムの地図データでは、楕円弧やスプラインは折れ線により、直線寸法は線分と注釈の組み合わせによりそれぞれ表現されている。これは、地図データでは地形情報や道路地物間の位相関係等を表現できれば良い上、設計図面と比較して、位置情報や形状表現に対する精度が要求されないことによる。一方データ貸与時は、地図データを変換した図面ではなく、当該範囲の SXF データ(初期データまたは過去の納品成果)を受け渡すこととした。

3. 属性情報の処理

前述の通り、SXF の属性情報は saf ファイルとして XML 形式で構造化して記述されているため、それを地図データの属性情報(以後、地物 DB と呼ぶ)へ変換することは特に問題ない。

しかし、入力データとなる属性情報そのものが間違っている場合、地物 DB と実世界での道路地物とが不整合となり、運用上望ましくない。特に道路地物の新設、移設または撤去等の状態を表現するデータ、およびその識別子は道路地物の中核データであるため、その取得方法を明確化する必要がある。

図3は線画情報と属性情報のフローを示す。前述のとおり電子化されたデータは図3左上のデータベースに格納されている。委託業務が発注された場合(図3の①),初期データとしてデータベースに格納されているSXFの線画データと属性データが外部業者へ受け渡される(図3の②)。図3では、線画データには照明灯を示す丸印が描画されており、その識別子「××路線01照明灯100」が属性データとして記述されている。この識別子は既存の台帳データに基づいて、路線内で一意になるように採番される場合が多いために前記のような表現体系となっている。本来、照明灯等の道路地物には管理番号が付与されている場合が一般的であり、それを識別子として利用する方法が望ましい。しかし、既存データの修正作業が膨大となるため、初期データは従来の識別子の体系を継承することとした。

図3の例では、照明灯の新設と既存照明灯の移設が行われている。前者については、管理番号を識別子として入力するとともに、線画データに照明灯を表現するシンボルを追加する。一方後者は位置が変わるだけであるため、属性データに含まれ地物状態を「移設」へ変更するとともに、識別子として管理番号を修正入力する。これにより、工事が発生した箇所単位で識別子として管理番号が用いられることになる。あわせて、既存の照明灯シンボルを正しい位置へ移動させるように線画データを編集する。工事完了時、外部業者は編集されたSXFの線画データおよび属性データを納品する(図3の③)。納品された線画データおよび属性データはデータベースへ登録され、次の工事発注時に最新現況データとして利用される(図3の④)。

4. 検証および課題

大阪府殿との実証実験において、本システムの機能を検証した。実証実験では、歩道拡幅、照明灯新設および道路拡張からなる仮想的な工事シナリオに基づき、道路骨格を表現したSXF図面を編集した後、地図データへの変換を行った。その結果、線画情報および属性情報の欠落や幾何情報の誤変換が無いことを確認した。

図4に本システムの画面例を示す。図4左は地図データ更新前の画面例、図4右は更新後の画面例である。図4において、道路骨格データは航空写真の上に重畳表示されたベクトルデータとして表示されている。更新後の状態では、道路拡幅に伴い歩道が設置され、照明灯も新設されていることが分かる。また、SXFデータにおいて点として表現された照明灯について、点ではなくアイコンとして表示することにより、地物の識別性を高めている。

本システムの課題は属性情報モデルの定義である。ライフサイクル(計画、測量、設計施工および維持管理)の各作業フェーズにおいて必要となる全てのデータ項目を属性情報として事前に定義する場合、編集すべきデータ項目を

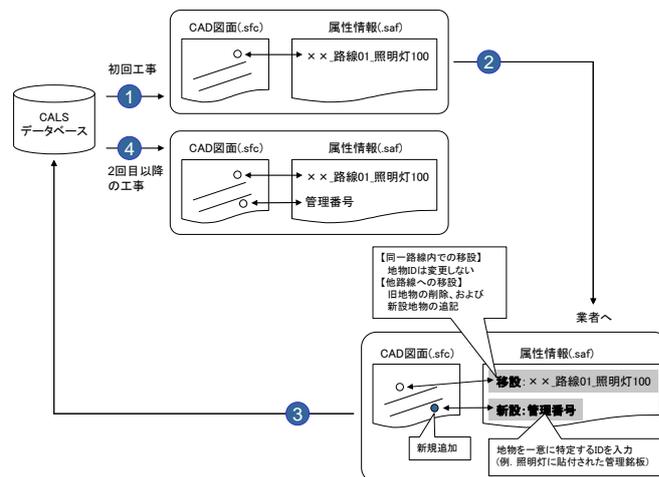


図-3 道路地物の識別子と状態データ

容易に検索できない、または現在の作業フェーズに不要なデータ項目を管理する必要があるため、ヒューマンエラーが誘発される可能性がある。一方、各作業フェーズにおいて必要なデータ項目を属性情報として随時追加する場合、追加定義の自由度を増せば増すほど台帳データのような他データのスキーマとの整合性保持が困難となる。今後、前記トレードオフを考慮して属性情報モデルを策定する予定である。

一方、CALSシステムへ適用する上での課題としては以下がある。

1. 道路地物の構造変形

本システムでは、道路骨格のような線形データおよび道路地物の位置を示す点データを中心に変換を行った。しかし実適用化の観点では、例えば道路部や歩道部のような閉領域の管理が重要である。特に、閉領域として表現された道路地物の分断に伴う属性情報の多重化、同一種別および同一属性値を有する隣接道路地物の統合化を動的にかつ柔軟に実現できるかがポイントである。

2. 排他制御

道路建設工事や道路地物の維持管理に関わる業務では、複数のユーザが複数の案件を同時並行で進めるために、同一地図図郭が複数の工事案件で利用される場合が多い。その際、別々の時期に納品された成果を地図データとして反映するタイミングを勘案する必要がある。さらに、受注者へ貸与する図面データの版管理も重要である。



© Copyright 2008 Osaka Prefecture. All rights reserved.

図-4 更新結果

3.位相情報の抽出と利活用

前述の通り、本システムは地図図郭単位でデータを管理する。そのため、例えば意味的にはひとまとまりの道路骨格であるにも関わらず、それが地図図郭により分断され、複数の個別の道路骨格として管理されることになる。そこで、位相情報をオンデマンドで抽出³⁾する技術を用いて、位相関係と線画情報および属性情報に基づき、同一な道路地物を意味的に集約することにより、情報の冗長化を防ぐことが必要である。さらに、路線同士の接続関係や地物と路線の隣接関係を活用する業務アプリケーションもあわせて検討する必要がある。

5. おわりに

本論文では、道路工事を対象として CAD-GIS 連携システムの概要について述べた。大阪府殿との実証実験において、SXF データの線画情報および属性情報を地図データへ変換できることを確認するとともに、実適用に向けた課題を抽出した。

今後、属性情報モデルの定義および CALS システムへの実適用に向けた機能検証を進める予定である。

参考文献

- 1) Xinggang Lin et al, "Efficient Diagram Understanding with Characteristic Pattern Detection", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol.30, No.1, pp84-106, 1985.
- 2) Takanori Sato and Akio Tojo, "Recognition and understanding of hand-drawn diagrams", Proc. Sixth Int. Conf. Pattern Recognition, pp674-677, 1982
- 3) Motohiko Kawagishi and Keiichi Shiotani, "Facility Database System for managing electric power plant", APSCOM-2000, pp115-119, 2000