

都市部道路管理を対象とした四次元情報の活用に関する基礎研究

Utilization of 4-D Information for Urban Road Infrastructure Management

窪田 諭¹

Satoshi KUBOTA

森井 拓²

Taku MORII

三上 市藏³

Ichizou MIKAMI

抄録：

道路管理を行う際、地名情報、位置座標情報という空間情報が発生する。道路管理業務のライフサイクルには多数の業務フェーズが存在するため、空間情報だけでは過去から現在に至る道路破損の原因などを分析することができない。道路管理業務で発生する情報を最新の状態で蓄積し、活用するために、空間情報を時間情報と結合した四次元情報を整備する必要がある。本研究では、四次元情報を整備し、発生する情報を四次元で収集し蓄積する道路管理手法を構築した。そのために、空間情報に時間軸を導入した四次元情報の整備方法を提案し、これを整備した。そして、構築した四次元情報を活用して道路管理システムを構築した。

キーワード：道路管理、四次元情報、電子国土、空間データ基盤

1 まえがき

都市部の道路において大規模な障害が発生し、その機能が停止、低下し、利用不可能な状況に陥った場合、様々な領域に大きな影響を与える。そのため、大規模な障害から道路を保護するとともに、道路のサービスを維持・復旧するための維持管理が重要である。道路管理においては、コスト縮減、作業員の高齢化・熟練者不足への対応、緊急時の迅速な対応を実現するために、業務で発生する情報を最新の状態で収集・蓄積し、この情報を活用することによって道路を適切に管理することが必要である。国土交通省では国道に関するデータが電子化されているが、その多くは紙のファイルが電子ファイル化されただけのもので形を変えて蓄積されたにすぎない。そのため、国道に関する情報が有効活用されているとは言い難く、対症療法による維持管理を行う原因となっている。

道路管理を行う際、地名情報、位置座標情報という空間情報が発生する。高さを考慮した三次元データとして空間情報を用いることにより道路管理業務を効率化することができる。国土交通省道路局は道路基盤データ¹⁾を整備しているが、これは空間情報のみを考慮しているため、道路管理業務のライフサイクルにおいて、空間情報だけでは過去から現在に至る道路破損の原因などを分析することができない。そして、道路管理者が補修を行った結果として納品データを蓄積しているが、道路管理業務で発生する情報を最新の状態で蓄積し、活用するために、空間情報を時間情報と結

合した四次元情報を整備する必要がある。

そこで、本研究では、四次元情報を整備し、発生する情報を四次元で収集し蓄積する道路管理手法を構築する。そのために、空間情報に時間軸を導入した四次元情報の整備方法を提案し、これを整備する。次に、整備した四次元情報を活用して道路管理システムを構築する。対象とする道路構造は、都市部の国道の土工部、橋梁、トンネルである。

2 道路管理における四次元情報の必要性

(1) 四次元情報

道路管理においては、地名情報や位置座標情報という空間情報と工程管理や供用開始・終了時間という時間情報が発生する。これまでの道路管理では空間情報のみを考慮してきたため、道路の状態遷移は無視されてきた。そのため、道路管理業務の多様な利害関係者は道路管理業務の工程を把握することができず、道路管理業務そのものの必要性を認識できないといった問題が発生している。本研究では、道路管理業務の利害関係者が工程を把握できるように、三次元の空間情報と時間情報を結合させ、四次元情報とする。

(2) 道路管理における四次元情報の必要性

四次元情報を道路管理に活用することにより、道路管理業務の関係者は道路管理業務の工程を画面上で確認し、計画されたあるいは実際の管理状況を三次元空間情報の中で道路管理業務のいかなる日、週、月から

1 正会員 工修 株式会社オービス総研 設備ソリューション部 (〒560-0083 大阪府豊中市新千里西町 1-2-1)

2 学生会員 関西大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35)

3 フェロー 工博 関西大学 教授 工学部 都市環境工学科

(〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL 06-6368-1111(Ext.6521) E-mail:mikami.ichizou@civil.kansai-u.ac.jp)

でも確認することができる。そのために、四次元情報を活用した道路管理システムを構築する。

(3) 四次元情報を活用した道路管理システム

四次元情報を活用した道路管理システムは、現場における補修施工の生産性を向上させる。道路拡張の必要性を検討する段階では、立体交差部を画面上に表現することにより、立体交差部と鉄道橋や送電線といった高さに制約がある構造物との関連を視覚的かつ数値的に把握することができる。道路管理業務には道路管理者や補修担当者、道路利用者など多くの利害関係者が関与しており、どのような管理工程にある道路でも確認できる道路管理システムは利用頻度が高く時間的制約が厳しい都市部の道路管理業務で特に有効であると考えられる。つまり、四次元情報を考慮することにより、道路管理業務に関心がある全ての人が管理工程をすばやく理解し、確認することが可能となる²⁾。

本研究で構築する道路管理システムは道路管理業務を三次元として可視化するため、システム管理者の一方的な情報管理ではなく、関係者が情報を共有することができる。これにより多様な関係者に口頭、書面では説明しきれない道路管理事業内容や道路幅員の拡張や車線追加など将来の道路機能の拡張、維持管理業務の必要性を視覚的に説明することができる。

3 四次元情報の整備

本研究では、計画、点検、補修設計、補修といった道路管理業務の各フェーズと道路、河川、鉄道などの地物を結合させるために時間軸を活用する。地物データに空間情報と時間情報を整備し、道路管理業務のライフサイクルに発生するデータに時間情報を整備する。空間情報を構成する地物データと道路管理業務のライフサイクルに発生するデータを時間情報というキーで結合し、四次元情報を整備する。

地物データの応用スキーマは、地理情報標準³⁾の応用スキーマのための規則に従って作成し、空間をGM_Primitiveで表す。空間情報を構成する地物はそれぞれが幾何形状を表す属性データと管理のための時間を表す属性データ(TM_Instan)を有しており、幾何形状に関しては、地物を構成する最小の単位である測点(PointOfSurvey)から構成されている。時間に関しては、地物それぞれが供用開始時間(StartTime)と供用終了時間(EndTime)を有する。また、道路管理業務は計画、点検、補修設計、補修の流れで行われているため、道路ライフサイクルの時間軸で発生するデータを定義し構築する。構築した地物データとライフサイクルの時間軸で発生するデータを結合させることにより、道路管理に時間軸を反映する。取り扱う情報のモデルは地理情報標準で規定されているUML(Unified Modeling Language)を用いて構築し、情報の形式はXMLとする。クラス図の一例を図-1に示す。

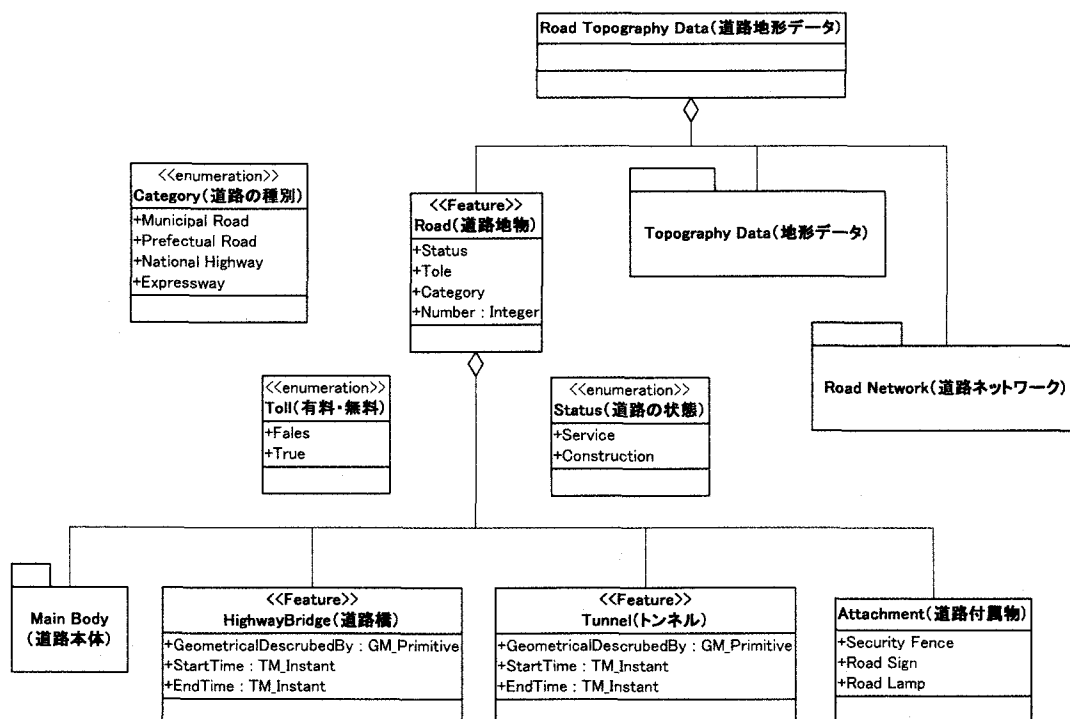


図-1 道路地形データのクラス図

4 道路管理システムの構築

本研究で構築する道路管理システムは仮想国土である電子国土を構成する空間データ基盤，道路管理に必要な情報の蓄積・管理を行う道路管理データベース，道路管理に必要な情報の登録・更新・検索・表示を行う情報管理システムから構成される。道路管理システムのイメージを図-2に示す。

(1) システムの開発環境

本研究で構築したシステムの開発環境は，OS は Windows XP Professional, CPU は PentiumIV (2.80GHz), メモリは 1GB である。地理情報システムは ESRI 社製の ArcGIS を使用した。地図データは数値地図 2500 を使用し，三次元空間データは MAP CUBE を使用した。

(2) 道路管理システムのユーザ

道路管理業務には道路管理者や補修施工者といった道路管理業務に直接係わる者と，道路管理業務によって利益が発生・減少する道路管理業務に間接的に係わる者に分けることができる。本研究では，道路管理システムのユーザを道路管理者である行政，道路管理業務を行う道路管理作業員，道路を利用する地域住民とする。

(3) 空間データ基盤

仮想国土である電子国土を利用することにより，現実国土に実際に発生する現象を現実国土に被害を与えることなく把握することができる。電子国土を構成する空間データ基盤⁴⁾は，国土の骨格をなす道路・河川・行政界などの主要な社会基盤から構成される。空間データ基盤を行政業務において共用することにより，行政業務における測定の重複を省くことができる。空

間データ基盤に常に最新の国土形状を反映できるようにするために，空間データ基盤全体の更新方法を構築する必要がある。著者らは空間データ基盤の更新方法を文献 5)6)で構築した。

(4) 道路管理データベース

道路管理データベースには道路ネットワークデータ，道路施設データ，過去の道路維持管理履歴データを蓄積する。これらのデータは，国土交通省や地方自治体で導入されている地理情報システムに入力されている台帳などを使用することができる。地物データと四次元情報は地理情報標準に従い，XML ファイルとしてデータベースに蓄積する。

(5) 情報管理システム

情報管理システムは，道路管理に必要な情報の登録・更新・検索・表示を行う。本システムは GIS 上で構築しているため，新線整備や道路延長整備による道路ネットワークデータの更新結果を即座に反映させて，今後の道路管理計画を検討することができる。また，道路データの新規作成・更新・削除を容易に行うことができる。情報管理システムは情報管理機能，情報共有機能，情報収集・蓄積機能，情報活用機能を有する。

a) 情報管理機能

情報管理システムが保有する情報の履歴更新，セキュリティなどの運用要件に関する機能である。情報管理システムが保有する情報履歴を更新し，監査情報の取得とトレーサビリティを確保する。また，セキュリティ機能として機密性（盗聴防止），認証，アクセス制御，完全性（改ざん防止）を確保する。

b) 情報共有機能

道路管理システムのユーザ間で責任所在・分担範囲を明確化することにより，道路管理システムに蓄積するデータの信頼性を確保する。そのために，以下の決定事項を定める。

- ・ 事業情報
- ・ ユーザ間での要求情報リスト
- ・ ユーザ情報
- ・ 事業プロセス情報
- ・ 責任分界点
- ・ 安全対策
- ・ 道路管理システムの利用内容
- ・ 道路管理システムの利用確認手順

c) 情報収集・蓄積機能

日常の道路管理の更新情報を道路管理データベースに登録する機能である。情報蓄積機能は情報管理システムの INPUT(入力)画面を通して，道路管理データベースに更新情報を登録する機能である。

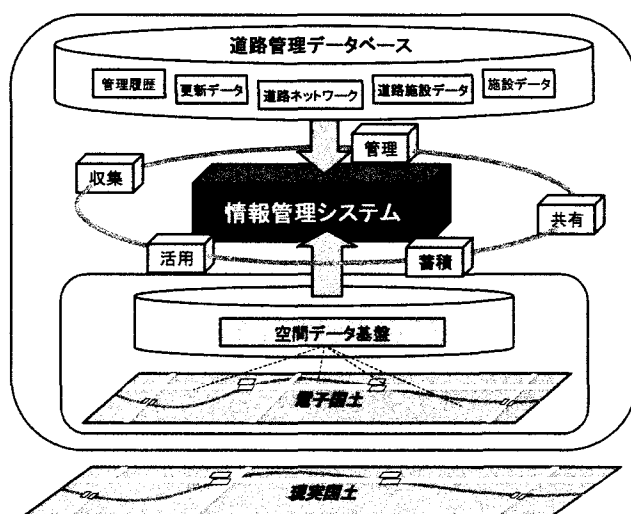


図-2 道路管理システム

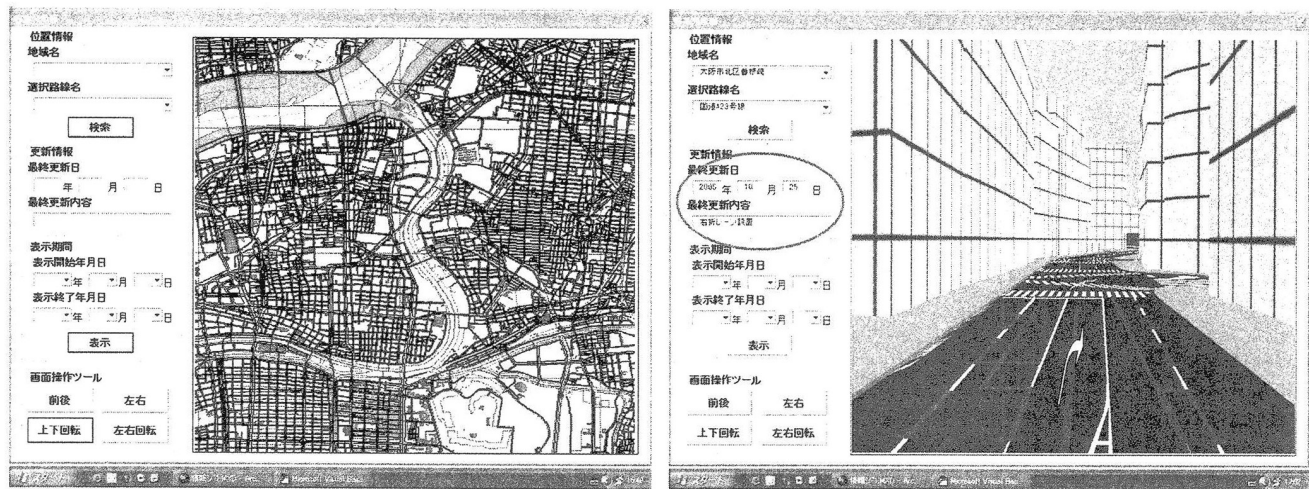


図-3 システムの活用例

d) 情報活用機能

本システムのインターフェイスでは、四次元情報を活用するための設計とした。システムの活用例を図-3に示す。道路管理業務に必要とする画面の種類について以下に述べる。

● INPUT (入力) 画面

道路管理に必要な情報を入力するための画面である。年月日情報、時刻情報、地区情報をプルダウン形式で選択することによって四次元情報を活用できる。

● 道路施設情報画面

都市全体ではなく道路施設のみを対象として表示する画面である。三次元情報は高さ情報を保有しているため、施設の高さが道路施設を覆ってしまい正確な道路施設の状況を把握しづらい。よって、道路施設のみを表示した画面を構築した。

● 時系列表示画面

蓄積した道路管理に関する四次元情報を時系列に表示する画面である。時系列表示したい期間を選択し、コマ送りで道路施設の変化を表示する。

5 あとがき

本研究では、道路管理業務の利害関係者たちが道路管理業務の管理過程を画面上で見て、計画されたあるいは実際の管理状況を三次元空間情報の中で道路管理業務のいかなる日、週、月からでも確認することができるようにするために、道路管理システムを構築した。そこでは、高さを考慮した三次元の空間情報と道路管理業務で発生する時間情報を結合させた四次元情報を整備した。これにより、多様な利害関係者に口頭、書面では説明しきれない道路管理事業内容や将来の拡張、維持管理業務を必要性和関連付けて視覚的に説明する

ことができる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり株式会社パスコに、三次元データ「MAP CUBE」を提供いただいた。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局:道路基盤データ製品仕様書(案), 国土交通省, 2002.12.
- 2) Fisher, M. and Kunz, J. : Architecture for Integrating Software, *J. Comp. in Civ. Engrg*, ASCE, Vol.9, pp.122-133, 1995.4.
- 3) 地理情報標準推進委員会:地理情報標準 第2版, 国土地理院, 2002.9.
- 4) GIS 関係省庁連絡会議:国土空間データ基盤標準及び整備計画, 1999.3.
- 5) 三上市蔵, 窪田諭, 中村修策, 田中孝幸:道路工事完成図書を用いた空間データ基盤の更新に関する研究, 土木情報利用技術論文集, 土木学会, Vol.12, pp.87-94, 2003.10.
- 6) 三上市蔵, 窪田諭, 森井拓:空間データ基盤の整備・更新方法と管理・運用体制に関する研究, 土木情報利用技術講演集, 土木学会, Vol.29, pp.9-12, 2004.10.