

- 10 四次元情報を整備した道路マネジメントシステムの構築に関する研究

Management System of Four-dimensional Information for Road Maintenance

窪田 諭¹・森井 拓²・三上 市藏³・石川 知憲⁴

Satoshi KUBOTA, Taku MORII, Ichizou MIKAMI, and Tomonori ISHIKAWA

抄録: 道路を適切に維持管理するためには、空間属性と時間属性を考慮した道路管理情報を一貫した履歴情報として保存・蓄積して一連の事業で活用する必要がある。本研究では、道路管理で発生する空間属性と時間属性を四次元情報として収集、蓄積、管理、共有、活用するために、四次元情報の構築方法と情報を取り扱う道路マネジメントシステムを提案し、そのプロトタイプを構築した。プロトタイプシステムは空間データ基盤、道路情報モデル、モデルライブラリ、共通インターフェイス、システム共通機能、道路データベース、道路アプリケーションシステムの構成とし、道路アプリケーションシステムとして四次元情報表示機能、シミュレーション支援機能、進捗管理機能を開発した。

Abstract: Road management should be carried out effectively by using spatial and temporal information. Four-dimensional information is required for storing the historical information in the latest condition. In this paper, the four-dimensional information was defined that three-dimensional spatial information and temporal information are combined. This paper proposed the road management system to collect, accumulate, share, and utilize the four-dimensional information. The system has the functions of spatial data infrastructure, road information models, model library systems, common system interface, common functions, road database, and application system. The functions of representation, simulation and progress management were developed by using the four-dimensional information.

キーワード: 道路, 維持管理, 四次元情報, 情報モデル, マネジメントシステム

Keywords: Highway, Maintenance, Four-Dimensional Information, Information Model, Management System

1. まえがき

道路は社会基盤施設をつなぐネットワークであり、ライフライン施設が収容されている。また、道路は日常生活から災害時まで様々な場面において必要とされている。都市部の道路において大規模な障害が発生し、機能が低下することによって利用不可能な状態に陥った場合、様々な領域に影響を与えるため、大規模な障害から道路を保護するとともに、住民へのサービスを維持するための道路管理¹⁾²⁾が重要である。

道路のライフサイクルには、地理情報、位置情報という空間属性と工程管理や橋梁、道路付属物の供用開始・終了時間という時間属性³⁾⁴⁾⁵⁾が発生する。空間属性は ISO/TC211 や地理情報標準⁶⁾⁷⁾に従って高さを考慮した三次元データとして用いることにより可視化することができ、道路管理業務を効率化することができる。時間属性も ISO/TC211 や地理情報標準に従って記

述され、空間属性に付加されるべきものである。道路の空間属性に関しては、工事規制や災害情報などを収集・提供する道路 GIS における道路基盤データ⁸⁾が整備されている。従来の道路管理では空間属性が手厚く整備されてきたが時間属性を整備したものは少なく、空間属性だけでは道路損傷の原因を分析することができない。時間属性を整備した道路管理手法であっても、道路補修などを行う度に現状の情報を過去の情報に上書きしていることが多く、過去から現在に至る膨大な情報の履歴を管理することは少ないため道路の状態遷移は考慮されていなかった。また、書庫などに保管されている過去の膨大な情報から維持管理業務で必要な情報を迅速に見付け出すためには多くの時間を要し、即座に共有して利用できない。そのため、道路管理者は日々蓄積されている情報を即座に最新の状態で把握することが難しく、道路利用者は道路管理業務の工程を把握することができないといった問題が発生してい

-
- 1 正会員 修(工) 株式会社オーグス総研 設備ソリューション部 設備システムチーム
(〒560-0083 豊中市新千里西町 1-2-1 TEL 06-6871-7999 E-mail : kubota_satoshi@ogis-ri.co.jp)
- 2 正会員 修(工) NECソフト株式会社 北関東支社 (〒330-0854 さいたま市大宮区桜木町 1-10-17)
- 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 吹田市山手町 3-3-35)
- 4 学生会員 関西大学大学院 工学研究科ソーシャルデザイン専攻 (〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35)

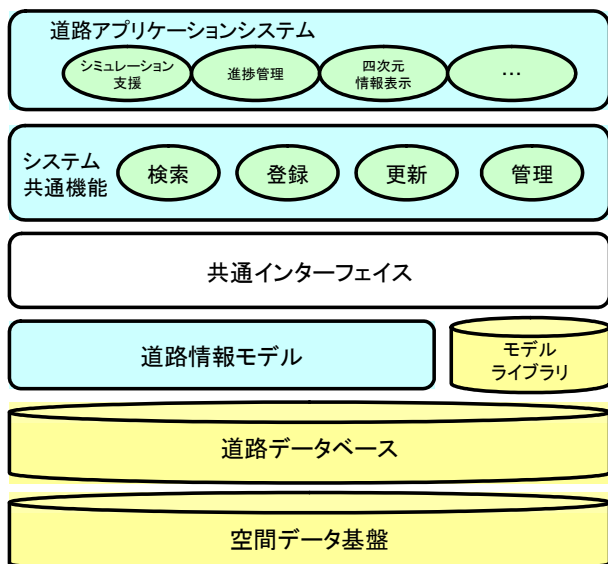


図-1 道路マネジメントシステムの概要

る。したがって、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、空間属性と時間属性を考慮した四次元の道路管理情報を整備する必要がある。

そこで本研究では、道路管理の関係者間で四次元情報を収集、蓄積、管理、共有、活用するために、空間属性と時間属性を四次元情報として体系化し、四次元情報を取り扱う枠組みを構築する。まず、四次元情報を構築する方法を考案し、これに基づく情報をモデル化する。次に、構築したモデルを蓄積し管理する仕組みであるモデルライブラリを構築する。さらに、四次元情報を取り扱うアプリケーションシステムとして、検索や登録などのシステム共通機能と四次元情報の表示やシミュレーション支援などの機能を開発する。対象とする道路構造は、道路本体の法面および舗装、橋梁、トンネル、道路付属品である。

2. システムの概要

(1) システム構成

本研究では、空間属性と時間属性から成る四次元情報を道路管理の関係者間で収集、蓄積、管理、共有、活用する道路マネジメントシステムを構築する。道路マネジメントシステムは図-1のシステム概要に示すように、空間データ基盤⁹⁾¹⁰⁾、道路データベース、道路情報モデル、モデルライブラリ、共通インターフェイス、システム共通機能、道路アプリケーションシステムから構成される。道路マネジメントシステムは将来、新たな情報項目やシステム機能の追加が発生する場合に、共通インターフェイスや道路情報モデルを基盤にシステムを開発できる構成とする。空間データ基

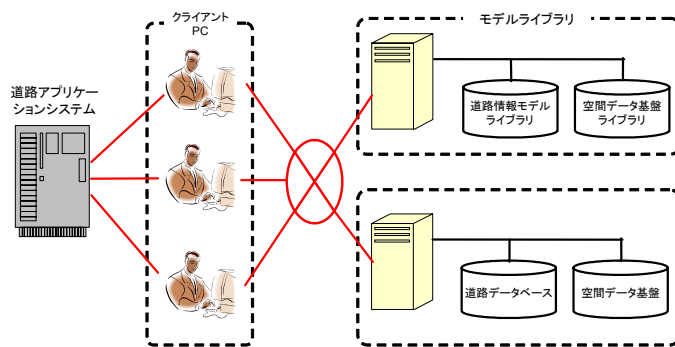


図-2 道路マネジメントシステムの構成

盤は電子国土を構成する国土全体の地勢や行政界などの九項目からなる骨格的な地物の集合であり、地理情報、位置情報、高さの三次元空間を持つ空間属性から構成される基盤的な地図データである。道路データベースは道路のライフサイクルで発生する情報を蓄積するデータベースである。本研究ではプロトタイプシステムとして、道路データベースに一部のデータを蓄積する。道路情報モデルは道路のライフサイクルで発生し、関係者間で交換、共有する情報を定義し体系化したものである。情報の定義と体系化は、道路管理の関係者が行う作業についての要求機能を洗い出し、それを満たす情報を抽出して定義し、情報に係わる属性と情報間の関連、継承関係の構造を図化して行う。共通インターフェイスは道路アプリケーションシステムとモデルライブラリ・道路データベース・空間データ基盤の要求・結果の送受信、データの送受信、データの表示の機能を有する。システム共通機能は、道路管理だけでなく、社会基盤施設に係わるシステムに共通する機能として、データの検索、登録、更新、管理の機能を有する。道路アプリケーションシステムは、道路管理のための様々な機能として、例えば、点検支援機能、劣化診断機能、舗装管理機能などを有する。本研究では道路アプリケーションシステムとして、四次元情報表示機能、シミュレーション支援機能、進捗管理機能を開発する。

本研究におけるシステム構成を図-2に示す。道路マネジメントシステムはモデルライブラリ、道路データベースと空間データ基盤を Web ベースで稼働するものとし、道路アプリケーションシステムをクライアントサーバ (C/S) 型とする。道路管理者がクライアント PC によって、モデルライブラリ、道路データベース、空間データ基盤から情報を取得し、道路アプリケーションシステムを利用する。モデルライブラリ、道路データベースと空間データ基盤を Web ベースとしたのは、分散して存在するモデルライブラリ、道路データベースと空間データ基盤を多くの利用者が Web ブラウザから容易に検索、抽出して利用できるようにす

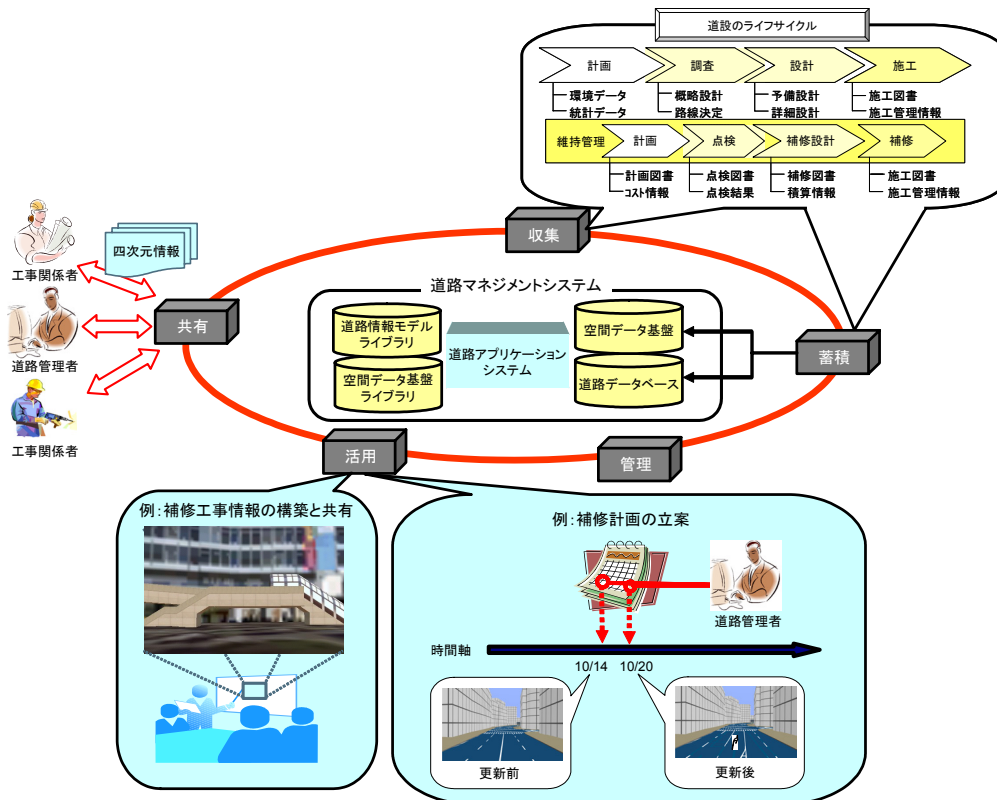


図-3 道路マネジメントシステムの活用イメージ

るためである。道路アプリケーションシステムを C/S 型としたのは、分析や解析の機能は業務の内容、制度変更によって改変が発生することが予想され、そのための費用や時間を削減する必要があること、そして、分析や解析を行う利用者は限られているという実用性の観点からである。また、道路管理業務で重要なのは発生する情報（文字、図面、写真など）であり、これらを有効に利用して分析することが必要であると考え

る。道路マネジメントシステムの活用イメージを図-3 に示す。道路のライフサイクルで発生する四次元情報を収集し、道路データベースと空間データ基盤に蓄積するとともに、道路マネジメントシステムの管理者である道路管理者が管理する。道路管理者は道路データベースに蓄積された情報を工事関係者と共有し、補修計画の立案時には更新前と更新後の三次元形状をシミュレーションによって比較することや補修工事を構築し、スケジュールと工事内容を工事関係者や住民に視覚的に説明することができる。

(2) 開発環境

道路マネジメントシステムのプロトタイプでは、道路アプリケーションシステム・モデルライブラリ・道路データベース・空間データ基盤のサーバとして OS は Windows XP Professional, CPU は Pentium4 2.80GHz, メモリは 1GB の PC を使用する。ファイル管理サーバ

として DELL 社製の NAS (Network Attached Storage) である Power Vault 745N を使用し、OS は Windows Storage Server 2003 Express SW RAID, CPU は Pentium4 2.8GHz, メモリは 1GB, HDD は 1TB で障害対策として RAID5 を用いる。地理情報システムには、ESRI 社製の ArcGIS を使用する。地図データは数値地図 2500 (国土地理院) と三次元立体地図データを使用する。

3. 四次元情報の定義

(1) 四次元情報の機能

道路管理業務で発生する情報は、道路管理者や民間企業で空間的にも時間的にも分散しているため、時間属性を整備することによりこれらの情報を統一的に管理することができる。道路管理業務に四次元情報を活用することにより、関係者は共有すべき情報を蓄積しておき、三次元空間の中で、時間属性が設定された道路管理の状況や既存の情報を日、週、月、年から確認することができる。例えば、点検の結果発見された損傷データは継続して観察し、点検から補修完了までの一貫した履歴データベースとして保存・蓄積する必要がある。保存・蓄積した情報を道路管理の関係者が共有することは、健全度評価や劣化予測から対策工事に至る一連の事業を行う上で効果的である。道路管理業

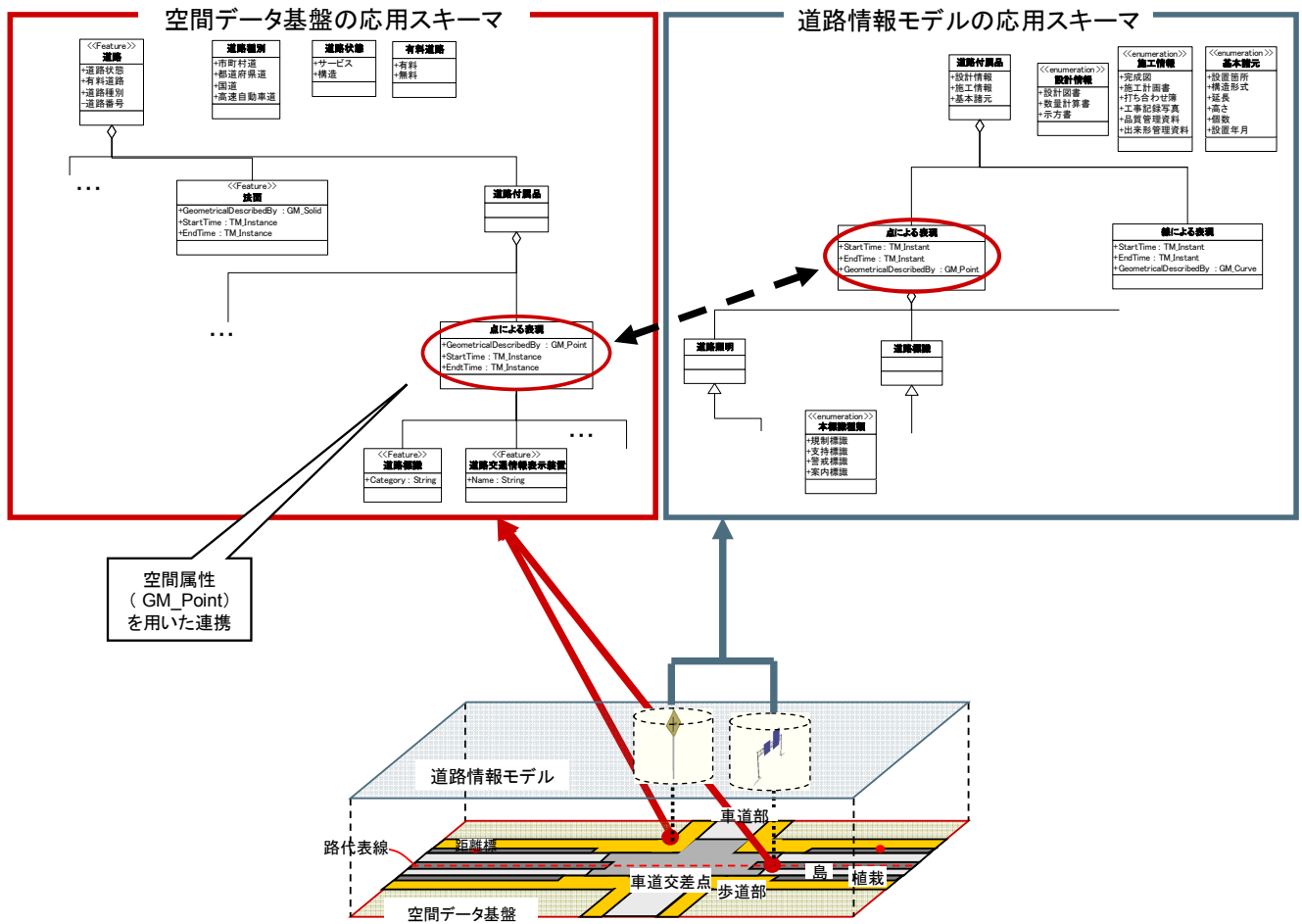


図-4 空間属性を用いた四次元情報の構築

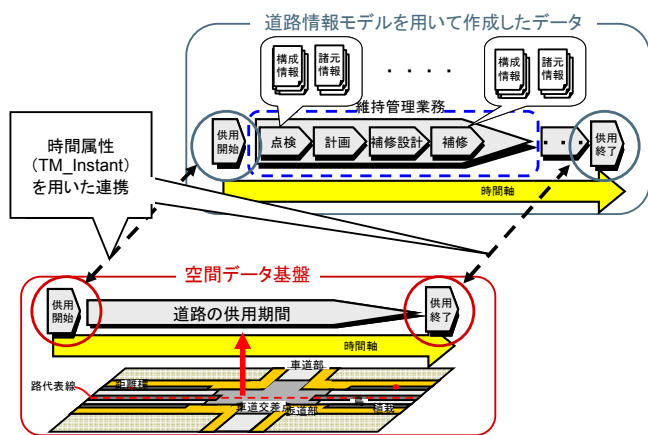


図-5 時間属性を用いた四次元情報の構築

務において四次元情報を整備し管理することにより、継続的で有効な道路管理を行うことができる。

(2) 四次元情報の構築方法

本研究では、道路管理業務の利害関係者がその工程を把握できるように、三次元の空間属性と時間属性を結合させた情報を四次元情報と定義する。四次元情報

を構築するために、空間データ基盤と道路情報モデルを地理情報標準に基づいて連携する方法を考える。四次元情報を構築する方法として、空間属性を用いる方法と時間属性を用いる方法を考案する。空間属性を用いる方法は、空間データ基盤を構成する地物の地点を表す属性データ GM_Point を道路情報モデルに付与し、空間データ基盤と道路情報モデルを連携することによって四次元情報を構築するものである。空間属性を用いた連携方法を図-4 に示す。時間属性を用いる方法は、空間データ基盤に付加されている時間を表す属性データ TM_Instanc を道路情報モデルに付与し、空間データ基盤と道路情報モデルを連携することによって四次元情報を構築するものである。時間属性を用いた連携方法を図-5 に示す。

4. 道路情報モデルの構築

道路管理の関係者が道路マネジメントシステムにおいて情報を共有するための道路情報モデルを構築する。道路情報モデルは、対象構造物のプロダクトモデルに

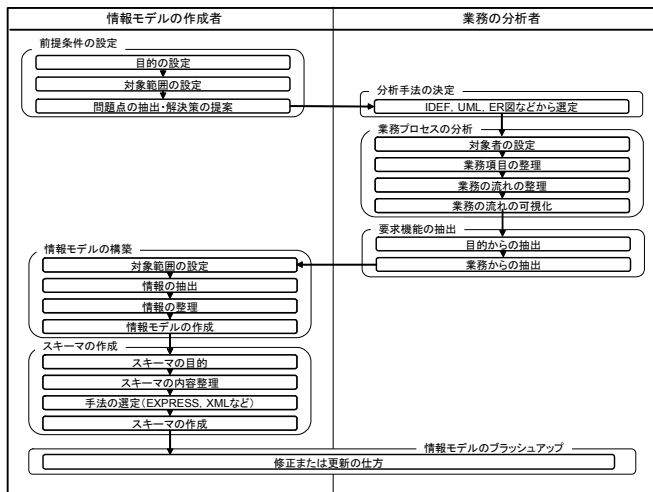


図-6 情報モデルの構築方法

空間データ基盤と連携させるための属性情報を付加したものと定義する。

(1) モデルの構築方法

社会基盤施設に係わる情報モデルは、様々な団体や研究機関によって構築¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾されている。ただし、情報モデルで定義する属性やスキーマが異なるため、同一の情報を異なる情報モデルに従って保管した場合、将来の情報の相互運用性に問題が生じかねない。既に様々な方法によって構築された情報モデルを統一的形式に標準化することは困難である。そこで、社会基盤施設のそれぞれの目的に対して情報モデルが満たすべき要求機能や保持する情報の種類、項目を標準化することを考える。既存の情報モデルの構築方法を調査して整理し、全ての社会基盤施設に適用することを想定して、情報モデルの満たすべき要求機能や保持する情報の種類、項目を標準化する構築方法を図-6に提案する。次に、構築方法の詳細を述べる。

- 1) 前提条件の設定: 情報モデルを構築する目的を設定する。分析すべき事業および組織などの対象範囲を設定し、作業の削減や上流工程の情報の活用などの重視すべき視点がある場合は事前に設定する。また、管理者や施工者といった対象者を明確にする。次に、目的に対する問題点を抽出し、問題点の解決策を立案する。
- 2) 分析方法の決定: 対象業務のプロセスおよび情報の利活用方法を整理するために業務と情報をモデル化する方法を決定する。業務の現状分析や再構築のための支援ツールとして、IDEF (Integrated DEFinition) 手法、EXPRESS-G (ISO10303)、UML (Unified Modeling Language) がある。
- 3) 要求機能の抽出: 対象とする業務に携わる関係者の視点から、業務面における要求機能を抽出する。
- 4) 現状業務の分析: 組織や担当者およびシステムの活動・責任の範囲を明らかにし、業務項目を整理する。

そして、業務項目を網羅するように業務の流れを整理し、決定した分析手法を用いてその流れを可視化する。

- 5) 情報モデルの構築: 業務プロセスの分析結果から重要度の高い情報を抽出する。決定した分析手法に基づいて情報を整理し、情報モデルを構築する。ここでは、作成した情報モデルの属性や情報モデル間の関係を検証する。
- 6) スキーマの作成: スキーマの構築目的を設定し、符号化手法を決定する。決定した符号化手法に則ってスキーマを作成する。作成したスキーマが目的に沿って活用できるかどうか検証する。スキーマの作成には、XML (Extensible Markup Language) や EXPRESS (ISO10303) が用いられる。
- 7) 情報モデルのブラッシュアップ: 作成した情報モデルを業務で使用する中で、業務の変化や情報の追加などによって情報モデルを改善、修正する必要がある場合、これらを反映させた情報モデルを作成する。

(2) 道路情報モデルの構築

前節の構築方法に従って道路管理のための情報モデルを構築した。

a) 道路情報モデルの構成

既往の研究¹²⁾より、道路情報モデルを構成情報モデルと業務情報モデルに分類する。構成情報モデルは道路の構成部材に係わる情報を体系化し、業務情報モデルは道路管理業務に必要な情報と業務の結果として発生する情報を分析した結果を体系化する。

b) 構成情報モデルの情報抽出

構成情報モデルの構築にあたっては、構成部材の状況を的確かつ経時的に把握し適切に対処するために必要な情報として、道路構造物について設計・施工後の道路管理に必要な諸元情報と道路管理業務に活用するために蓄積すべき情報を抽出し定義する。抽出する情報は、対象構造物の構成に関する情報、設計および施工段階からの情報、そして将来の道路管理業務に向けて蓄積すべき情報である。構成に関する情報として、道路、法面、橋梁、トンネル、付属物に関する情報を抽出した。設計および施工段階からの情報として、設計図書、数量計算書、完成図書などの情報を抽出した。蓄積すべき情報として、対象構造物毎に点検、補修、補強などの業務結果を抽出した。

c) 業務情報モデルの情報抽出

業務情報モデルの構築にあたっては、施工結果、点検結果、詳細点検結果、補修・補強結果に関する業務情報を抽出する。施工結果に関する情報として、初期点検結果の情報を抽出した。点検結果に関する情報としては、道路管理者が点検業務を行う際の要求される機能として「点検方法を決定する」、「試験方法を決定する」、「点検員を決定する」を抽出し、これを満たす

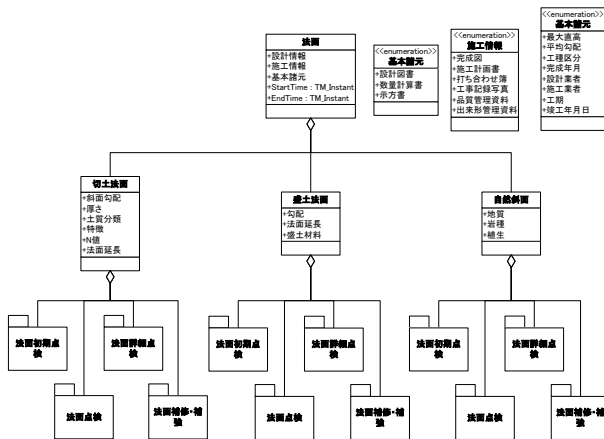


図-7 法面の構成情報モデル

ための情報として点検概要、点検結果を抽出した。詳細点検結果に関する情報として、詳細点検概要、詳細点検結果の情報を抽出した。補修・補強結果に関する情報として、補修・補強概要、補修・補強結果の情報を抽出した。

d) モデルの構築

前項までに抽出した構成情報と業務情報をもとに道路管理業務に必要な情報をモデル化した。モデル化には UML を利用した。設計および施工に関する情報については、道路舗装、法面、橋梁、トンネルおよび道路付属品に関する情報を親クラスとし、それぞれに設計情報、施工情報、基本諸元を保持する。また、これらは点検結果や補修・補強結果などを子クラスとして保持する。一例として、法面の構成情報モデルの一部を図-7 に示す。本研究ではさらに、XML を用いてスキーマを作成した。作成したスキーマはデータベースの機能を有し、利用者が業務の結果発生する情報の作成や蓄積に利用する。

5. モデルライブラリの構築

道路管理業務の関係者が道路情報モデルに基づいて標準化した情報を作成するためには、モデルを容易に検索して取得することが必要である。本研究では、四次元情報の基盤となる道路情報モデルと空間データ基盤を蓄積するモデルライブラリを構築した。また、情報モデルに基づいて作成される道路データと空間データ基盤を蓄積するデータベースの操作機能も設計開発した。

(1) モデルライブラリの構築

モデルライブラリは、空間データ基盤ライブラリと道路情報モデルライブラリから構成される。

a) 空間データ基盤ライブラリ

空間データ基盤ライブラリは空間データ基盤を構成

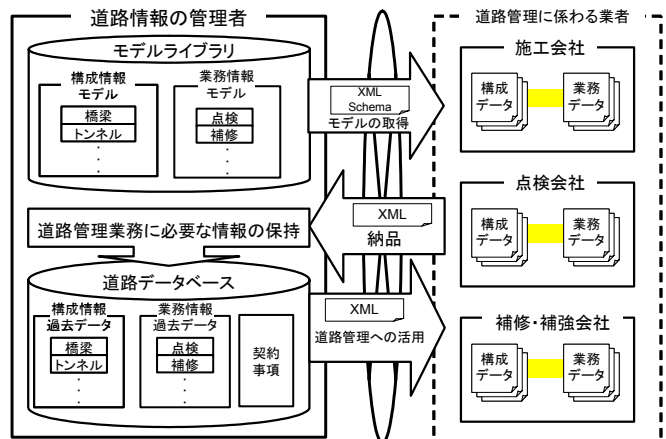


図-8 道路情報モデルライブラリと道路データベースの関係

する地物の相互の関連性や継承関係を定義して図化した応用スキーマと XML スキーマを格納する。地物の管理者は、空間データ基盤ライブラリに格納した XML スキーマに則り更新データを作成する。更新データはデータベースである空間データ基盤に蓄積され、四次元情報の構築に利用される。

b) 道路情報モデルライブラリ

道路情報モデルライブラリは道路情報モデルの応用スキーマと XML スキーマを格納する。道路情報モデルライブラリと道路データベースの関係を図-8 に示す。道路管理に係わる業者は道路情報モデルライブラリから必要となる情報モデルを XML スキーマで取得する。業者は道路情報モデルライブラリに格納された XML スキーマに則り点検、診断、補修などの結果を作成する。結果は道路データベースに蓄積され、第三章で定義した手法によって四次元情報が構築される。

c) モデルライブラリの実装

道路管理業務では国民のニーズや管理内容の変更に伴って必要な情報を変更することがあるため、情報の項目や構造を迅速に変更することが必要である。また、一つの道路に複数の帳票、設計解析結果、CAD 図面などの情報が付随するため、これらを一つの情報として扱えることも必要である。これらの理由から、本研究ではモデルライブラリの実装に XML データベースを採用し、XML データベースとして Xpriori (Xpriori 社製) を使用した。

道路マネジメントシステムにおいて、モデルライブラリは道路アプリケーションシステムと道路データベース、空間データ基盤の間でモデルの受け渡しを行う。システム間の受け渡しを標準的に実施するために、検索や結果抽出などの要求の送受信とモデルのデータの送受信の共通インターフェイスを開発し、データ交換仕様として XML スキーマを利用した。

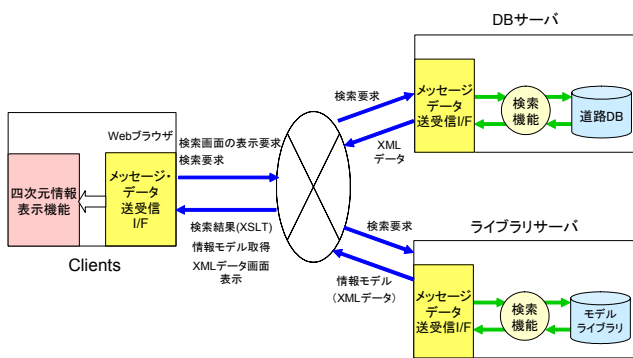


図-9 モデルライブラリと道路データベースの検索

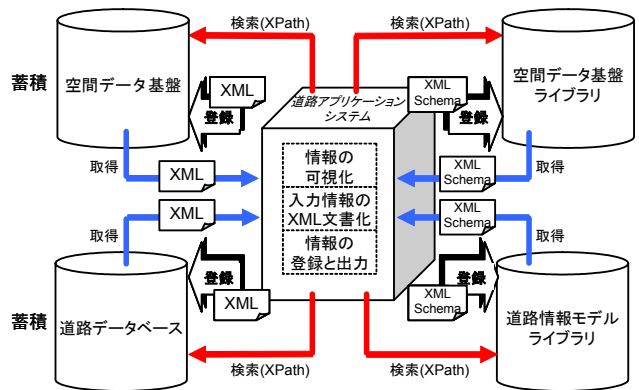


図-10 道路アプリケーションシステム・モデルライブラリ・道路データベース・空間データ基盤の関係

(2) モデルライブラリの操作機能

モデルライブラリに格納している道路情報モデルと空間データ基盤の応用スキーマを操作するために、検索、登録、更新、削除の機能を開発した。

a) 検索

XPath (XML Path Language) を用いて XML 形式のモデルを検索する。検索では、指定したデータ項目の全ての属性情報を検出、格納したデータ項目の数を検出、指定した一つのデータ項目の属性情報を検出、指定したデータ項目に関するデータ項目を列記して検出の機能を有する。

b) 登録

登録する情報モデルの XML 文書が正しいことを検証し、モデルライブラリに登録する。XPathにより XML 文書内のノードを検索し、正しい構文の文書を登録する。

c) 更新

モデルライブラリに格納されている情報モデルの要素および属性を変更する場合、XPath によって XML 文書内の変更するタグを指定し、Xpriori 内で変更する XML インスタンスを入力する。

d) 削除

XPath によって削除する項目を決定して削除する。

(3) モデルライブラリの運用

モデルライブラリを運用するために、セキュリティ、アクセス、障害に備えたバックアップの各機能を開発した。

a) セキュリティ機能

登録した情報の改竄や漏洩を防ぐために Xpriori の機能によってアクセス制御を設定し、制限項目の情報をフィルタリングする機能を有する。フィルタリングする項目を XPath によって指定する。

b) アクセス機能

XML 文書の更新、削除などの場合には、その文書とそれに対応する検索項目に排他制御を行う。

c) バックアップ機能

ユーザによる情報モデルの破損、アプリケーションプログラム障害、OS 障害、ハードウェア障害などに対処するために、モデルライブラリ起動中にバックアップを行うホットバックアップ機能を有する。

(4) データベースマネジメントシステム

モデルライブラリに格納されている情報モデルに基づいて構築される四次元情報は、空間データ基盤と道路データベースに蓄積される。道路データベースには四次元情報とともに写真、図面、文書などの関連するファイルが蓄積される。本研究では、四次元情報の検索と登録を行うためのデータベースマネジメントシステムを開発した。データベースマネジメントシステムによる検索の方法を図-9に示す。利用者は Web ブラウザから道路データベースのサーバあるいはモデルライブラリのサーバに検索要求を送信し、検索結果である四次元情報や道路情報モデルを XML データとして共通インターフェイスで受信する。

6. 道路アプリケーションシステムの開発

本研究では、道路アプリケーションシステムのプロトタイプとして、四次元情報表示機能、シミュレーション支援機能、進捗管理機能を開発した。

(1) 道路アプリケーションシステム・モデルライブラリ・道路データベース・空間データ基盤の連携

道路アプリケーションシステムとモデルライブラリ、道路データベースおよび空間データ基盤との関係を図-10に示す。本システムでは、モデルライブラリに格納された道路情報モデルと空間データ基盤ライブラリに格納された応用スキーマを検索、取得して道路管理業務の結果を作成する。そして、作成した結果を道路データベースあるいは空間データ基盤に登録する。業務の結果、モデルライブラリに格納されていない項目が発生した場合は、情報モデルと応用スキーマの内



図-11 道路マネジメントシステムの画面構成

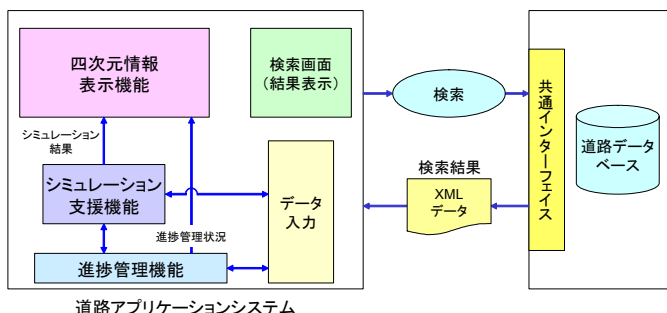


図-12 道路アプリケーションシステムの機能構成

容をモデルライブラリに追加・更新する。

(2) システムの画面構成

本システムの画面構成(図-11)は利用者の操作性を考慮して設計し、道路管理の状態遷移と属性情報などを四次元で確認できるようにした。アプリケーション機能のフィールドにメニューとして、登録、検索(空間、時間)、シミュレーション、進捗管理のボタンを設置する。画面操作ツールとして、地図情報表示画面でマウスによって三次元の空間属性を見る位置を操作す

るナビゲート、鳥瞰、移動、全体表示、拡大、縮小、属性情報のボタンを設置する。時間属性の操作フィールドにはカレンダーと時系列バーを設置する。関連情報の表示フィールドには、地図情報のレイヤ、道路工事情報の凡例を表示する。地図情報表示画面では、時系列バーを操作することにより画面上で道路の状態遷移をシミュレーションできる。さらに、メニューや画面操作ツールを活用することにより位置や時間を指定することができる。

(3) 機能の設計・開発

道路アプリケーションシステムの機能として、四次元情報表示機能、シミュレーション支援機能、進捗管理機能を開発する。道路アプリケーションシステムの機能構成を図-12に示す。これらの機能は空間データ基盤や情報モデルを利用してシステム共通機能と共通インターフェイス上で開発しているため、新たな機能を容易に追加できる。

a) 四次元情報表示機能

四次元情報表示機能は道路アプリケーションシステムが道路データベースと空間データ基盤を検索し、そ

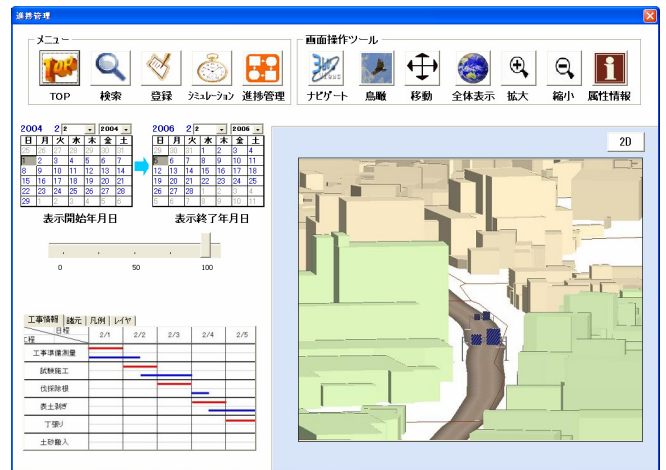
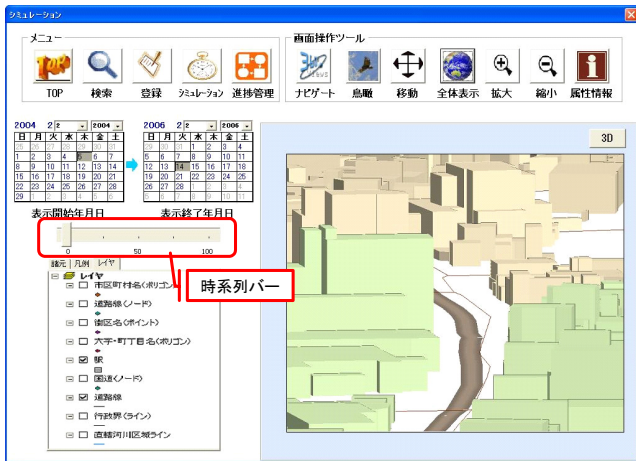
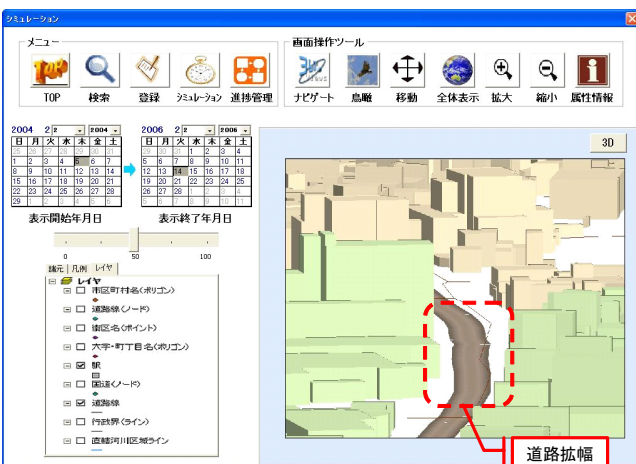


図-14 進捗管理機能



用する。道路アプリケーションシステムは道路データベースと空間データ基盤に格納されている流通用のXMLデータを地図表示形式（Shape ファイル）に変換し、四次元情報に付加された時間属性（TM_Instance）を操作して空間属性を地図情報表示画面（図-11）に表示する。

b) シミュレーション支援機能

シミュレーション支援機能は蓄積した過去の情報を活用して道路管理の将来予測を支援し、四次元情報による時系列表示を行う。空間検索機能により対象路線を選定した上で、道路データベースから時間属性と関連情報を抽出し、表示期間とシミュレーション項目を設定する。シミュレーション結果を四次元情報表示機能によって表示し、時系列バーによって設定表示期間内の対象路線の状態遷移を確認する。視覚的に道路工事状況を画面で確認することにより、全ての道路管理関係者が画面上で道路工事計画を確認することができる。シミュレーション支援機能を利用した画面遷移を図-13 に示す。図では対象道路における道路拡幅、標識設置の遷移を表現している。

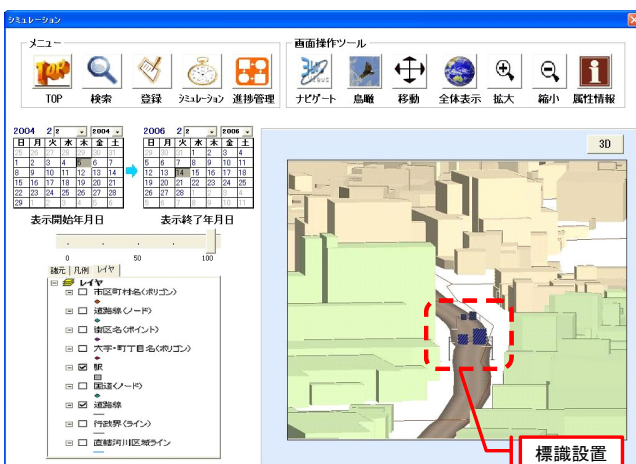


図-13 シミュレーション機能における状態遷移

c) 進捗管理機能

進捗管理機能はライフサイクルの各段階で発生する情報を利用して、道路管理の進捗状況を画面上に表示する。工事の進捗状況が四次元情報表示画面にシミュレーション支援機能による結果として表示される。これとグラフ化した進捗状況を道路関係者が目視によって確認し、工事の進捗状況と予定を把握する。進捗管理機能の例を図-14 に示す。

の結果を受け取って四次元で表示する。利用者は道路データベースと空間データ基盤への検索を Web によって実施し、検索結果をダウンロードしハードディスクに保管する。道路アプリケーションシステムから Web を介した検索には、HTTP インターフェイスを利

7. あとがき

本研究では、道路管理で発生する情報を四次元情報として収集、蓄積、管理、共有、活用するために、道

路マネジメントシステムを提案し、そのプロトタイプを構築した。道路マネジメントシステムは空間データ基盤、道路データベース、道路情報モデル、モデルライブラリ、共通インターフェイス、システム共通機能、道路アプリケーションシステムの構成とした。四次元情報を三次元の空間属性と時間属性を結合させた情報と定義し、四次元情報の構築方法として空間属性あるいは時間属性で連携する方法を考案した。考案した方法に基づき四次元の道路情報モデルを構築し、道路情報モデルと空間データ基盤の応用スキーマを管理するモデルライブラリを構築した。道路アプリケーションシステムとしては四次元情報表示機能、シミュレーション支援機能、進捗管理機能を開発した。

従来は道路のライフサイクルで発生する空間属性と時間属性は別々に管理され、維持管理段階で過去の情報を蓄積して管理するためのシステム化の事例が少なく、情報を探し出すことに時間を要するという問題があったが、道路マネジメントシステムによりライフサイクルで発生する情報を継続的に蓄積し利用することができる。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路構造物の今後の管理・更新等のあり方提言，2003.
- 2) Hassanain, M. A., Froese, T. M., and Vanier, D. J. : Framework Model for Asset Maintenance Management, *J. Perf. Constr. Fac.*, ASCE, Vol.17, No.1, pp. 51-64, 2003.
- 3) Fisher, M. and Kunz, J. : Architecture for Integrating Software, *J. Comp. in Civ. Engrg.*, ASCE, Vol.9, pp.122-133, 1995.
- 4) Fischer, M. and Kam, C. : Product Model and 4D CAD Final Report, *Center for Integrated Facility Engineering Technical Report*, Stanford University, No.143, 2002.
- 5) Fischer, M. and Kunz, J. : The Scope and Role of Information Technology in Construction, *J. Const. Manage. And Eng.*, JSCE, VI-63, No.763, pp.1-18, 2004.
- 6) 地理情報標準推進委員会，国土交通省国土地理院：地理情報標準 第2版，2002.
- 7) 国土交通省国土地理院：地理情報標準プロファイル 第1版，2005.
- 8) 国土交通省道路局：道路基盤データ製品仕様書(案)，2005.
- 9) 三上市藏，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) Morii, T., Mikami, I., and Kubota, S. : Method of Updating and Management of Spatial Data Infrastructure in Japan, *Proceedings of the Tenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*, Civil-Comp Press, Stirling, United Kingdom, paper 70, 2005.
- 11) 山崎元也，本郷廷悦，千葉洋一郎：Japan Highway Data Model 構築の基礎研究，*土木情報システム論文集*，土木学会，Vol.10, pp.33-42, 2001.
- 12) 三上市藏，窪田諭，君嶋三恵：コンクリート橋の維持管理業務における情報モデルの構築に関する研究，*土木情報利用技術論文集*，土木学会，Vol.12, pp.105-112, 2003.
- 13) 水野裕介，阿部雅人，藤野陽三，Sandy Meret，阿部允：Web による情報共有型橋梁マネジメントシステムの開発，*土木学会論文集*，No.770/VI-64, pp.65-77, 2004.
- 14) 矢吹信喜，志谷倫章：PC 橋梁の3次元プロダクトモデルの開発と応用，*土木学会論文集*，No.784/VI-66, pp.171-187, 2005.

(2006.5.19受付)