

## 協調的な橋梁の設計施工維持管理システム

室蘭工業大学 正会員 ○矢吹 信喜  
室蘭工業大学大学院 学生会員 志谷 倫章

### 1. はじめに

土木構造物の設計および施工過程においては、発注者、設計コンサルタント、施工業者等数多くの異なる専門技術者が様々な作業を時間的にも空間的にも分散して行う。また、各作業は契約をベースに行うため、各種情報を相互に自由にやり取りする環境に無い。さらに、使用するアプリケーションシステム間でのデータの互換性が低いことも相まって、建設業の生産性は他の製造業に比較すると低いという問題が以前から指摘されている。こうした問題を解決するために、プロダクトモデルや協調的な設計施工システムに関する要素的な研究が続けられている。しかし、設計のみならず施工、維持管理まで統合するシステムはあまり開発されていない。本研究では、橋梁を対象として、協調的な設計施工維持管理システムの開発に必要な要素を洗い出し、それらを統合化したシステム環境の開発を行っている。

### 2. システムアーキテクチャ

長期間にわたる橋梁のライフサイクルにおいて、協調的なシステム環境により生産性を向上させるためには、以下の7つのツールが必要だと考えられる。すなわち、①プロダクトモデル、②可視化システム、③分散システム内のコミュニケーションツール、④作業システムとエージェント、⑤データ収集とデータベース貯蔵、⑥現実の構造物とデータとのリンク、⑦情報の再利用。これらのツールの配置や関係を概念的に表したものを図-1に示す。

全体システムの中で基軸となるのはプロダクトモデルである。プロダクトモデルは、構造物の3次元形状情報のみならず各部材の属性情報を含む一般化された、オブジェクト指向技術の基づいたデータモデルである。構造物に関するデータについては、各アプリケーションシステムでローカルなデータが作成されるが、標準化されたプロダクトモデルの仕様に基づいてコンバータにより変換され、他のシステムとデータの相互運用ができるようになる<sup>1)</sup>。

可視化システムは、構造物のデータに基づいて、2次元、3次元、あるいは時間軸を持つ4次元的にディスプレイに表現するシステムである。橋梁のような複雑な構造物の場合、関係者全員がよく理解するためには3次元CAD/CGで

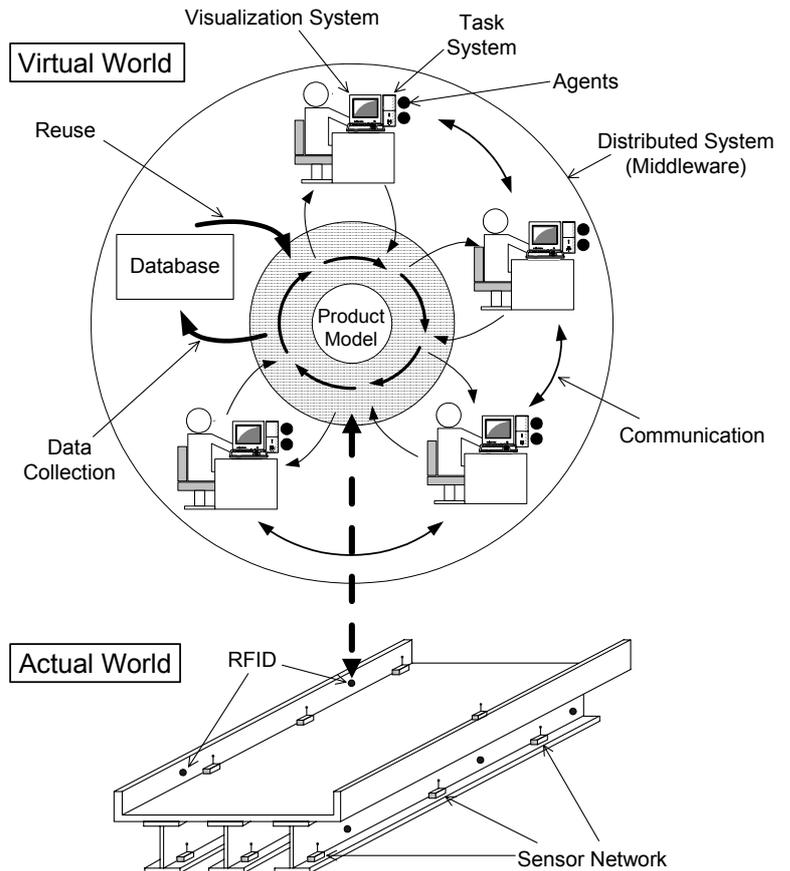


図-1 7つのツールを統合化した協調的な橋梁の設計施工維持管理システム構成

キーワード：プロダクトモデル，VR，分散システム，エージェント，ICタグ，RFID

〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 TEL 0143-46-5219, FAX 0143-46-5218

表現されることが望ましいが、実際には2次元図面が実務で使用されている。しかし、将来は、単にフラットなディスプレイ上に3次元CADの画像を映すユーザーインターフェースだけではなく、ユーザーが仮想空間の中に入り込んだような没入感が得られるヴァーチャルリアリティが望ましいと考えられる。

発注者、設計者、建設業者、製造業者等は、地理的に分散しているため、ネットワークでつながり、安全でストレスなしに、必要なデータを共有したり、相互に交換できるファシリティが必要である。また、設計変更や設計施工上の様々な問題が発生した場合、関係者に漏れなく連絡が取れ、関係者が仮想的に集合して打合せができるコミュニケーションツールが必要である。

発注者、設計者、建設業者、製造業者等は、橋梁プロジェクトにおいて、設計、解析、積算、工程計画等それぞれ担当する作業があり、それらの作業を行うための数多くのアプリケーションシステムを持つ。これらアプリケーションシステムは、単体としては完結した機能を持っており、その作業の効率化には寄与しているが、先に述べたようにデータの互換性の問題から現状では他のシステムとの連動性が悪く、全体としての効率化が果たされていない。そこで、プロダクトモデルを介してコンバータによりデータの相互運用を図ることとなる。また、データの相互運用や他のシステムとの連動などを図る際に、ユーザーの代理人としてシステム間を自律的に動き回り、データを集めたり、システム状況の変化に反応して、各種処理を行うエージェント群も必要である。

プロジェクトに関するデータは、プロダクトモデルの仕様に基づいた形で、データベースに貯蔵される。プロジェクトの様々な段階で作成されるデータをユーザーがデータベースに入力するためのファシリティおよび各アプリケーションシステムやユーザーが検索してデータを抽出するための機能も必要である。

協調的なシステムで扱うのは、構造物に関するデータや情報といった仮想的なものであり、当然のことながら現実の構造物そのものではない。設計段階では、まだ構造物そのものが作られていないことから、仮想的なデータだけで良いが、施工および維持管理の段階になると、現実のモノと情報との間にリンクが乏しいことから、データ処理が難しくなる。そこで、RFIDタグを構造物の各部材や設備に貼り付け、RFIDのID番号等とデータベースのデータをリンクさせる事により、現実世界のモノと仮想世界の情報とを乖離させず、融合させるものである<sup>2)</sup>。

一つのプロジェクトにおいて大量のデータが作成され貯蔵される事になる。こうしたデータはそのプロジェクトのステークホルダー達の間で共有することにより、大きな効果を生み出すが、そのデータを将来のプロジェクトで再利用できれば、さらに大きな効果を生むはずである。情報を再利用するためには、過去の類似事例を探し出し、それを必要に応じて修正し、新しく作成された情報を貯蔵するという事例ベース推論（CBR：Case-Based Reasoning）に基づくようなシステムが望ましい。また、大量のデータから何らかの知識を抽出する手法としては、データマイニングも有力と考えられる。

以上7個のツールを統合化したシステムアーキテクチャに基づいて、各ツールを現在開発中である。

### 3. まとめ

本論では、橋梁を対象として、設計のみならず、施工、維持管理までを統合化し、発注者、設計者、施工業者らが協調的に仕事を進めることができるシステムを開発するにあたり、必要とされるツールを洗い出し、それぞれについて論じた。今後は、各ツールを開発し、統合化していく予定である。

### 参考文献

- 1) 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, 2005.3.
- 2) 嶋田善多, 矢吹信喜, 坂田智己: 土木設備の維持管理体系における巡視点検とICタグの活用, 土木学会論文集 No.777/VI-65, pp.161-173, 2004.12.