

建設生産システムにおける3次元モデル導入に関する研究

東日本旅客鉄道(株)

○正会員 田原 孝

東日本旅客鉄道(株)

正会員 柳沼 謙一

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)

正会員 小林 三昭

1. 目的

鉄道事業における建設・改良プロジェクトでは、企画・計画段階から調査・設計、工事施工、維持管理段階に至るまで、多くの部署・担当者が関係している。プロジェクトの進捗に伴う業務プロセス段階毎の関係者間の引継ぎは、主に紙の図面により行われ、また、データについては部門・系統毎に個別に蓄積されている。構造物の高品質化を図るためには、こういった段階毎、部門毎に個別に情報を保有する仕組みを改め、新たな「建設生産システム」を構築することが有効であると考えられる。

本研究では、新たな建設生産システムを実現するための第一ステップとして、設計段階の3次元モデル化について検討を行い、その技術的課題を明らかにすることを目的とした。

2. 現在の建設生産システム

鉄道建設工事に関係する部署は多岐に亘る。例えば駅部での建設工事では、直接的に携わるものとして、建築、土木、線路、機械設備、停車場設備、電車線、電灯・電力、信号、通信、用地などが挙げられ、この他にこれらの保守部門、間接部門も加わる。現在の建設生産システムでは、それぞれの部門・系統において独自にデータベースを構築してデータを保有し、紙の図面により管理・引継ぎが行われている。紙媒体は見やすい、書き込みやすい、持ち運びが容易といった利点があるものの、段階毎に図面の加工・作成が必要で手間がかかるとともに、独立した媒体のため情報の流通・共有が難しいといった欠点もあり、設計段階で複数の図面間の取り合いの不整合に気付かず、施工段階になって初めて不具合が発覚するといった事象が発生する一因にもなっている。そのため、構造物の高品質化、工事施工の効率化を図るためには、現状の紙媒体を用いた業務を電子化により減少させ、併せて3次元化を行うことで2次元図面では見落としやすいディテールを明確にし、また情報を一元的に管理することで情報共有を容易にする仕組みを構築する必要がある。そこで、ICTを活用して関係する各部署の情報を共有し、企画・計画、調査・設計、工事施工段階から維持管理段階まで一貫した情報管理を行う「次世代の建設生産システム」の構築を目指すこととした。そのイメージ(図1)について次章で述べる。

3. 次世代の建設生産システム

次世代の建設生産システムは、従来は紙媒体で交換されていた情報を電子化するとともに、ネットワークを活用して部門・系統間、業務プロセス段階間で鉄道構造物に関する情報の流通、共有、連携を可能とする。また、地形、構造物の3次元

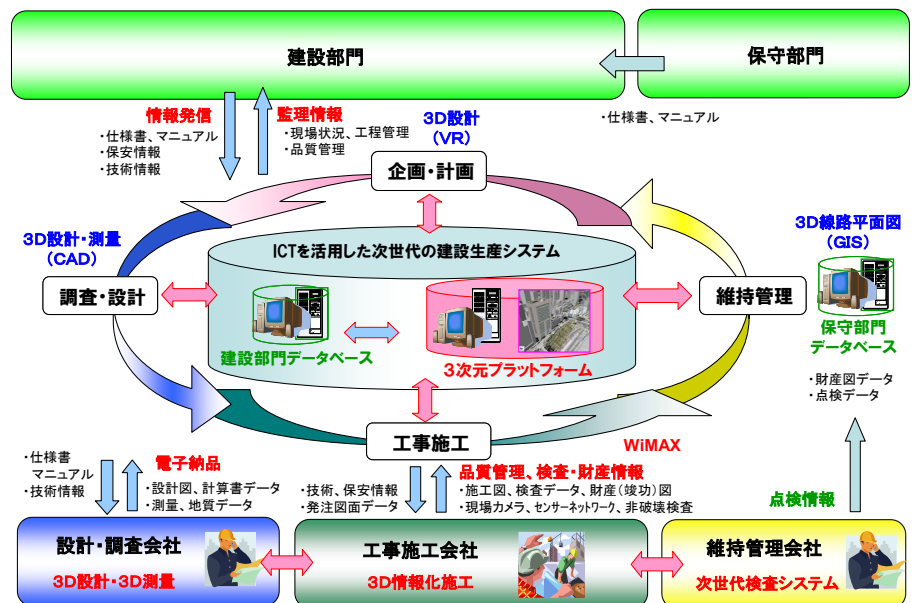


図1 次世代の建設生産システムのイメージ

キーワード 建設生産システム、3次元CAD、プロダクトモデル、3次元プラットフォーム

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR東日本研究開発センター TEL048-651-2552

モデルによる可視化を行い、これとデータベースとの連携を行うことで、企画、設計、施工、維持管理の情報を連携させ、完成形のイメージを各段階で視覚的に共有することで、施工前に設計、施工、及び構造ディテール上の問題点を把握することを可能とする。さらに、一層の品質向上とコストダウンを実現するため、現地での品質管理、施工管理の高度化を目指して実施している技術開発の成果との連携が可能なシステムとする。これにより、鉄道構造物の高品質化、ライフサイクル全体の生産性向上等を実現することが出来る。

4. 設計段階の3次元モデル化

建設生産システムにおける土木建設部門の設計段階を対象として3次元モデル化の検討を行った。対象構造物は、1径間の単純鋼床版桁橋で、鋼橋の設計、RC橋台・基礎構造物の配筋、及び外観について、汎用品の3次元CADを用いて3次元モデル化に取り組み、また参考のために、隣接する鋼床版ローゼ橋の外観についてモデル化を実施した。これらのプロダクトモデルは複数のCADソフトにより作成したが、市販の施設施工シミュレーションソフトを3次元プラットフォームとして一体化した。その一例を図2に示す。各構造物の3次元モデル化は大きな問題点もなく実施できたが、一体化において問題が生じた。座標形式や属性等はソフトやファイル毎に異なるため、プラットフォーム上に単純にCADデータを取り込むだけでは一体化は出来ず、いくつかの変換や調整を経て一体化が可能となった。そのため、データ変換に伴うタイムロスやデータ抜け等のリスクを軽減させるため、3次元モデル化の実施前に予め座標やスタイル等のルール付けをしておくことが重要であると言え、これにより生産性が向上する。

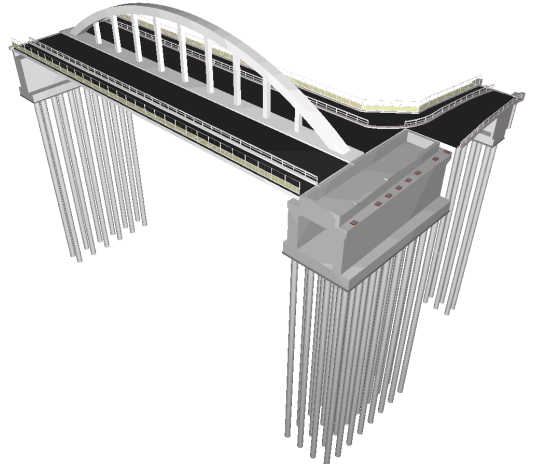


図2 3次元モデル化の例

5. 地形情報との一体化

JR 東日本グループでは、地形データと航空写真画像をもとに、任意に操作可能な擬似的な3次元表示による鳥瞰図を作成し、鉄道施設と周辺の地形状況の把握を容易にした「電子線路平面図システム」を導入している。この電子線路平面図システムに今回作成した構造物の3次元モデルを挿入して、一体的な図面を作成できるか検証した。図3は線路平面図と構造物を一体化させた結果の一例である。この過程において、構造物モデル及び線路平面図のデータともに容量が大きく、そのすべてを一体化のために用いたソフトに取り込むことが出来ないことが判明し、データを限定して一体化を実施した。そのため、線路平面図システムに構造物の詳細な情報を反映させて運用するためには、データの軽量化の取り組み、大容量データに耐え得るソフトの整備が必要となる。



図3 地形情報との一体化の例

地形情報に構造物情報を落とし込む際には、線路方向、高さ方向ともに位置のずれが発生する。これは、地形情報はGPSをもとに世界測地系により作成されているため、厳密には球面体となっているのに対し、構造物は平面系で測量、設計されているため、球面と平面の形状の違いがずれへと繋がっている。任意の地点において、個別に構造物の位置合わせを行うことは可能であるが、7,000km以上に及ぶJR東日本の線路延長全体と合致させることは困難であり、どのように整合を取っていくかが課題となる。

6. まとめ

次世代の建設生産システムの構築を推進するため、設計段階の土木構造物の3次元モデル化に取り組み、その課題を検討した。今後は、計画段階、施工段階に3次元モデル化の対象を広げていくとともに、建築、電気といった土木以外の系統や保守部門との情報交換・共有・連携を可能とする仕組み作りに取り組み、高品質化、効率化、コスト削減に繋げていきたいと考えている。