

## PC橋における3次元プロダクトモデルによるデータ相互運用への取組み

(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員	○岡田規子
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員	工修 澤 大輔
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員	近藤琢也
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員	竹中秀樹

### 1. はじめに

建設事業においては、業務効率化、コスト削減、透明性および品質の確保を目的として、建設 CALS/EC の推進が加速されている。平成 15 年度の電子入札システムの全面实施、電子納品の拡大、工事施工中の情報共有システムの取組みなど具体化が進む中で、構造物の構造・設計データそのものの電子データの流通や二次利用を一般化するまでには至っていない。

そこで、(社)プレストレストコンクリート建設業協会の 3 次元プロダクトモデル検

討小委員会では、3 次元プロダクトモデル (以下、3DPM) を活用することによって、図-1 に示すような計画から維持管理までのデータ相互運用を図り、要求性能を満足する構造物の製作と高度な設計・施工・管理システムの構築の可能性について検討を行っている。特に本委員会では、計画から設計時における図化システム、鉄筋のかぶり・干渉をチェックする設計照査、そして、将来的には流体解析によるコンクリートの充填性チェックなどの施工計画、デジタルカメラによる 3 次元計測システムとの組合せによる出来形管理<sup>1)</sup>への活用に着目している。本稿では、3DPM の動向ならびに本委員会における取組みの一部として 3DPM の実用性を検討していくための 3DPM の図化システムについて紹介する。

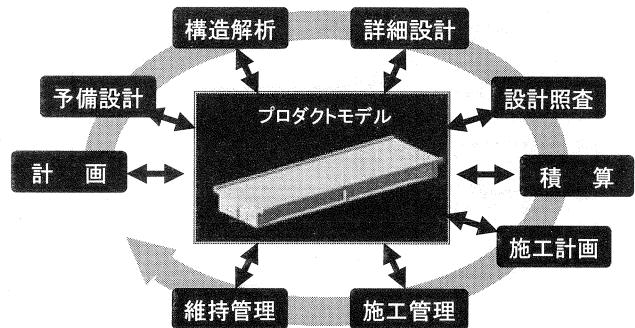


図-1 プロダクトモデルによるデータ相互運用

### 2. 3DPMの動向

プロダクトモデルは、1980年代半ばから欧米で開発され、国際標準としては ISO 10303 (略称 STEP) が開発されつつある。しかし、ISO-STEP では建設分野における 3DPM の取組みが遅れたため、1994年に米国の民間会社を中心となり、国際的な業界団体 IAI (International Alliance for Interoperability) が設立された。そして IAI は、建物のプロダクトモデルである IFC (Industry Foundation Classes) を構築し、本格的な実用化に向けて取り組み始めた。

橋梁に関しては、IAI フランス支部において、SETRA (Service d' Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, 仏設備省道路技術局) が中心となって橋梁用プロダクトモデル IFC-BRIDGE を開発している<sup>2)</sup>。一方、国内では、鋼橋を対象とした 3DPM が数年前から開発・販売されてきているほか、日本道路公団が今後の高速道路事業の高度情報化を図るための JHDM (Japan Highway Data Model) の構築を行っている<sup>3)</sup>。さらに、2004年11月に IAI 日本支部土木分科会が設立され、国内においても実用化に向け本格的に始動した。

### 3. 3DPMの実装方法と3次元CADシステムとの統合化

プロダクトモデルのデータ構造の書式には、国際標準を意識し IAI で開発された ifcXML を用いることとした。これは、階層指向型の構造形式をもち、クラスを属性型として持つ場合、どのクラスをもつのか特定

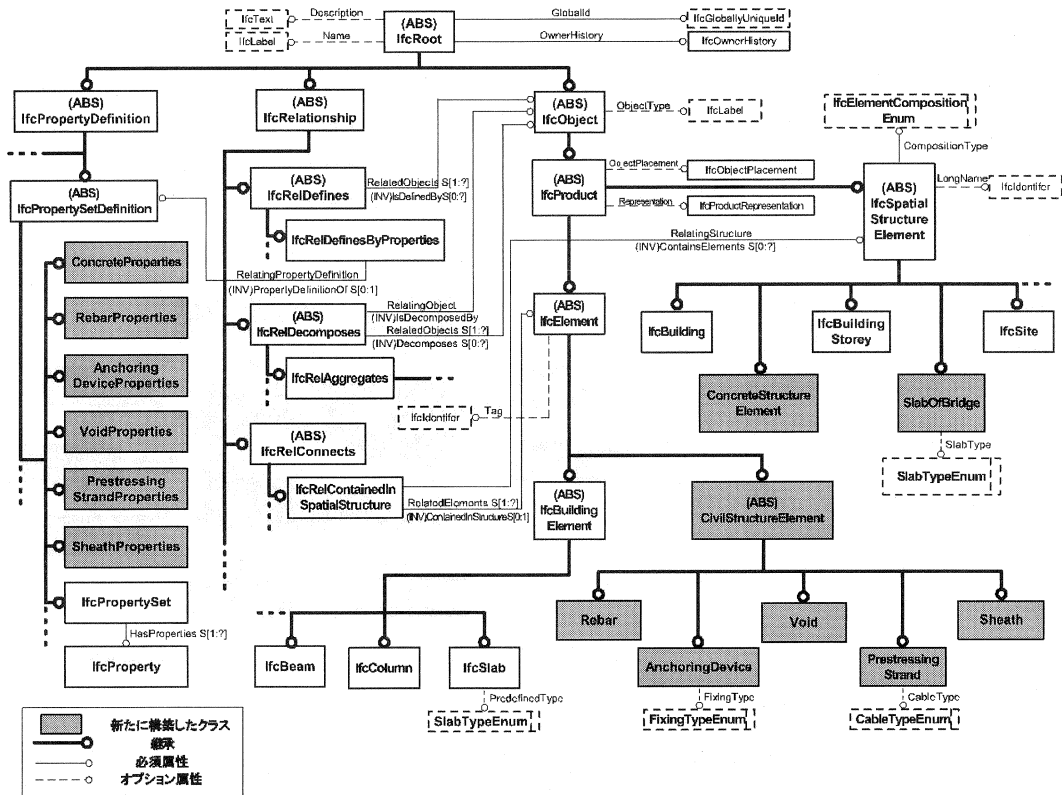


図-2 PC橋のクラスモデル (Express-G) <sup>4)</sup>

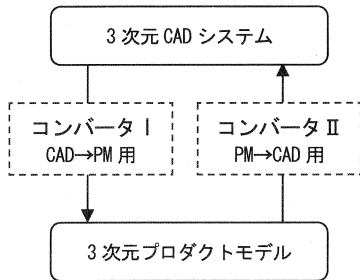


図-3 プロトタイプシステム

可能であり、クラスの継承関係を表現することができる。IFCは建築主体になっていることからPC橋に適用するにあたって、図-2に示すように新たにクラスを拡張した<sup>4)</sup>。

さらに本検討では、3次元CADシステムとプロダクトモデルデータとの間でデータの相互運用を行うために、室蘭工大で開発されたデータ変換を行うコンバータプログラムを用いた。図-3に示すコンバータIは、3次元CADシステムにおいて設計した構造物のデータをifcXML形式のプロダクトモデルのインスタンスファイルとして半自動的に生成するものである。また、コンバータIIは、ifcXMLのインスタンスファイルを一時DOM (Document Object Model) としてコンピュータ

上のメモリに展開してからファイル内部のデータを読み取り、3次元CAD上にモデリングを自動実行し、干渉チェックできるようになっている。

#### 4. 適用例の紹介

本委員会では、3DPMの有効性を確認するため表-1に示す橋梁形式への適用を検討した。なお、本稿では、紙面の都合により、適用例1および4のみ紹介する。

表-1 適用例

適用例	橋梁形式	橋長 (支間割)
1	プレテンション方式単純中空床版橋	24.8m ( 24.0m)
2	PC単純コンボ橋	31.0m ( 30.0m)
3	PC 3径間連続2主版桁橋	76.3m (3@25.0m)
4	PC 2径間連続ラーメン箱桁橋	160.0m (2@79.3m)

PC橋のモデルは、「面に囲まれた空間をコンクリートとし、その内部に鉄筋やPC鋼材などを含む」ものとして形状を定義する。この表現によって、数量の自動計算へ活用が可能になり、コンクリートや型枠の算出も容易となる。将来、流体解析によりコンクリートの充填性の検証を行うようになった場合、面を解析の境界条件として利用することもできると考えられる。また、鉄筋やPC鋼材は、円形断面を押し出して作成したソリッドを各1本ずつ独立したオブジェクトとして表現することで、配置確認への活用が可能となる。重ね継手部分については、用途に応じ図-4 に示すようにレベルを設定して表現することが実用的である。PC鋼材定着具については、詳細寸法をグループ化して部品として扱えるような表現方法を検討しているところである。

4.1 適用例1：プレテンション方式単純中空床版橋

図-5 にプレテンション方式単純中空床版橋モデルの配筋を示す。

中空ホロー桁で使用されるボイドについては、側型枠などと同様に型枠データとして表現した。また、現状のモデルクラスでは、ボンドコントロールという部材のクラスは定義していないが、シース部材に関するデータを代用することで表現が可能である。本モデルでは、ボンドコントロール区間にシースを配置することでこの表現を行った。さらに、本モデルにおける鉄筋の表現は、配置される鉄筋1本ごとすべてを表現しているが、軸方向鉄筋については、重ね継手などは表現せず、図-4 のレベル1として表現している。ただし、橋軸方向鉄筋と橋軸直角方向鉄筋、橋軸直角方向鉄筋どうし、PC鋼材と鉄筋などはすべて実配置を考慮して干渉しないようモデル化した。

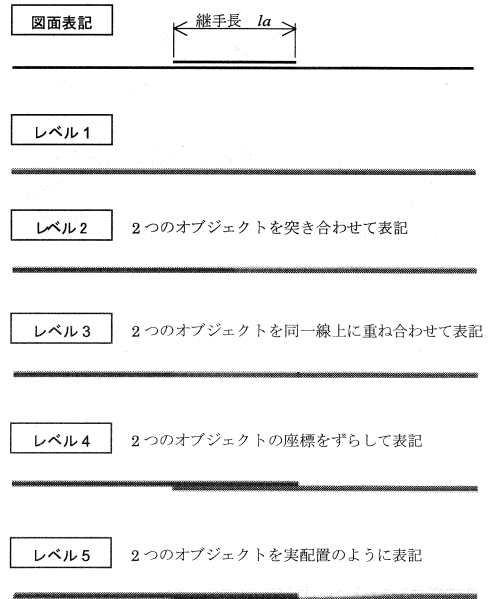


図-4 鉄筋の重ね継手の表現例

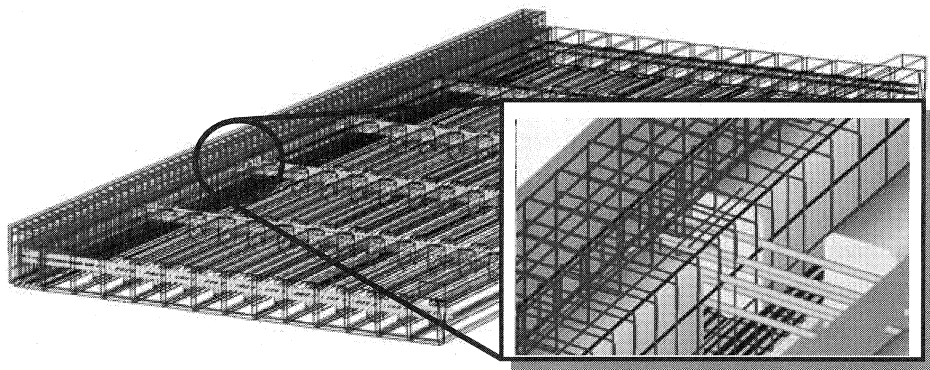


図-5 適用例1：プレテンション方式単純中空床版橋

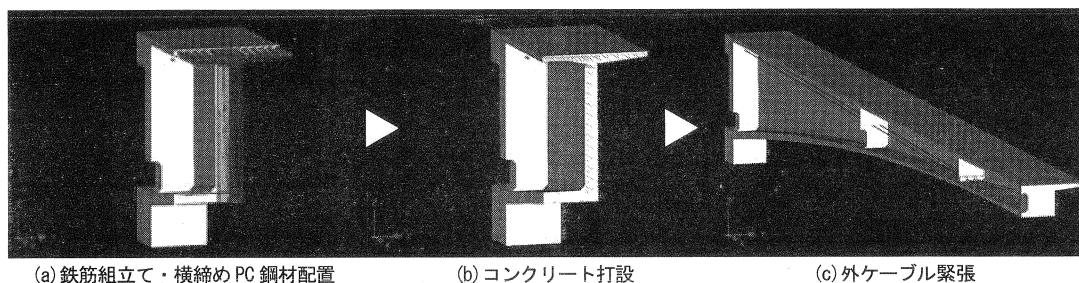


図-6 適用例4：PC 2径間連続ラーメン箱桁橋

#### 4.2 適用例4：PC 2径間連続ラーメン箱桁橋

図-6に主な施工順序を追ったモデルを示す。

モデルは、橋軸方向ならびに橋軸直角方向の対称性を考慮して半断面とし、鉄筋は第1ブロック、PC鋼材は第1ブロックの横締めおよび外ケーブルに着目して作成した。なお軸方向筋は、重ね継手部を図-4のレベル3を想定し、橋軸直角方向筋とスターラップは干渉しないように1本ずらして配置した。

こうしたデータの活用方法として、本モデルのように変断面の場合には、スターラップが変化筋となるため長さが1本ずつ異なるが、鉄筋1本ずつをオブジェクトとして定義しID番号を与えているため、鉄筋加工時にこれらの情報を加工機に与えることで精度の高い加工が自動化できるようになると期待できる。さらには、架設時の3次元シミュレーションを容易にし、施工管理システムとして有効なものとなる。

#### 5. おわりに

(社)プレストレストコンクリート建設業協会3次元プロダクトモデル検討小委員会では、建設業におけるデータ相互運用が近い将来に具現化されることを確信するとともに、プロダクトモデルのデータ構成がグローバル化することを認識しながら活動中である。本稿ではその取組みの一部を紹介した。今後の課題として、計画から維持管理までのライフサイクルを考慮できる合理的な表現方法の仕様の整備が挙げられる。

本検討を進めるにあたり、室蘭工業大学矢吹信喜助教授と志谷倫章氏には、ご指導ならびにコンバータプログラムの開発など多大なるご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

##### 【本委員会の委員】

中村定明 (委員長)、今村晃久、岡田規子 (前任：門脇新之助)、近藤琢也、齊藤大輔、澤 大輔  
竹中秀樹 (前任：葛西康幸)、山藤俊広、横田 勉、脇本 優 (五十音順)

#### 参考文献

- 1) 近藤琢也・中村定明・今泉安雄・大野達也：プレキャストセグメント橋におけるデジタルカメラを用いた3次元形状計測試験，コンクリート工学，日本コンクリート工学協会 (投稿中)
- 2) 矢吹信喜：橋梁3次元プロダクトモデルの国際標準の構築—IAI 日本・土木分科会と IAI フランス支部のコラボレーション：IFC-BRIDGE—，橋梁と基礎，pp.2-7，建設図書，2005.7
- 3) 本郷延悦・石村久治：橋梁上部工を対象としたJHDM構築に関する研究，土木情報利用技術論文集，Vol.12，pp.11-20，2003.
- 4) 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