

(2) プロダクトモデルをめぐる情勢

標準部

主任研究員 河内 康

建設分野におけるプロダクトモデルに、標準部では着目してきた。この将来技術とも言えるプロダクトモデルというものについて、現時点での主要な研究動向や活動団体についてこれまでの調査を含め、ここに纏めておきたい。

1. プロダクトモデルとは何か？

プロダクトモデル(Product Model)とは、工業製品を設計・製造するための三次元データに製品のライフサイクル上で必要な多くの情報を統合的に盛り込んだもので、下図のようなものを指して読んでいる。物体を構成する部品をオブジェクトとして扱い、それぞれに形状や材質等の属性情報を持たせ、それらを関連づけていくことによって製品のデータモデルを構築しているのが特徴と言える。飛行機・自動車などのメーカーにとっては、これは既に根幹の技術となっている。造船やプラントの世界でも一般的になりつつある。これらは製品の加工や工場における自動生産(CAM/CAE と呼ばれる)と一体化して使用されるようになっている。

一方建設分野においてはどうかというと、プロダクトは「構造物」のことを意味する。構造物の三次元データを設計や施工で利用するためにフェーズを超えた一体的なデータモデルとして定型化したもの、というのがプロダクトモデルの意味になる。

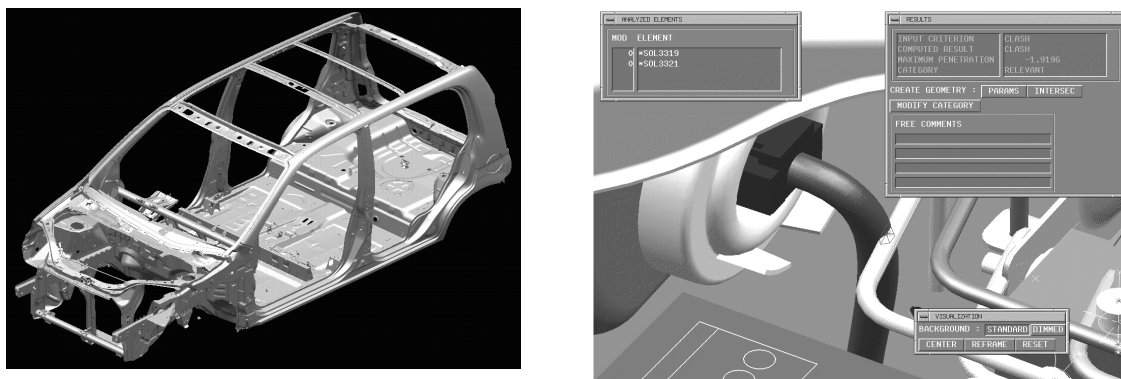


図1 自動車のプロダクトモデルの一例（自動車工業会提供、JACIC セミナー資料 2004.6）

建設分野におけるプロダクトモデルは、建築や橋梁の一部で使われ始めているが、通常の土木分野（道路事業や河川事業）ではまだまだ一般的ではない。将来技術として、一部の研究者や団体に取り組んでいる状態と言える。JACIC の建設情報標準化委員会 CAD データ交換標準小委員会 SCADEC チームでの活動もその一つと言える。

2. 世界における活動(ISO/TC184/SC4 及び IAI)

このプロダクトモデルに関して、世界レベルで活動をしているものに、2つのグループがある。ひとつは ISO の専門委員会の中で活動をしている通称 STEP(STandard for the Exchange of Product data model)というプロジェクトの関係者である。もうひとつは米国中心の民間団体 IAI(International Alliance for Interoperability)である。

TC184/SC4は、ISOの専門委員会として1984年から活動してきた。STEPとは、「コンピュータを用い

て作成される製品のライフサイクル全体にわたる製品データを共有・交換する際の標準的な表現方法と実装方法を制定している国際規格」である。この SC では分野ごとに標準(AP:application protocol)を決めており、自動車用のモデル・船舶用のモデルなどが既に出てきている。(JACIC で開発された CAD データ交換標準 SXF はその中の AP202 に準拠したものになっている。)2001 年 10 月に開催された福岡での STEP 会議の折には、議長他の中心人物を東京に招聘し講演して頂いたこともある。

これに対し IAI は米国 IBM や Autodesk 社を中心とした民間の団体で、1995 年に上記の TC184/SC4 のメンバーが飛び出すという形で活動を始めている。会員は 2001 年時点で既に全世界で 600 社・機関を超えている。IAI が開発しているのは IFC (Industrial Foundation Classes) と呼ばれるデータモデルである。この IFC は ISO でも PAS (Publicly Available Specification) として 2002 年 10 月に認められている標準である。PAS とは、ISO の組織の中で通常の手続きを経て策定されたものでなくとも、世の中で既に広く使われているものであれば、暫定的に世界の標準として認定するものである。この IFC という標準モデルはまだ完全なものにはなっていないものの、これ以外に適当なモデルはないということで、日本も公式に認めている。IFC はデータの種類や構造を規定した型ともいべきもので、最新のバージョンである IFC (2x2) の全体構造は下図のようになっている。上の方に「ドメイン」と呼ばれている事業分野があり、建設分野はそのひとつということになっている。その下に共通の要素・リソースとして使用する範囲などが描かれており、点線部分で示した当面の開発範囲と将来の拡張形を表現している。

IAI の傘下として、各国のブランチ (支所) や団体が多くの実証プロジェクト (建築中心であるが) を行っている。日本では IAI 日本という組織が活動している。

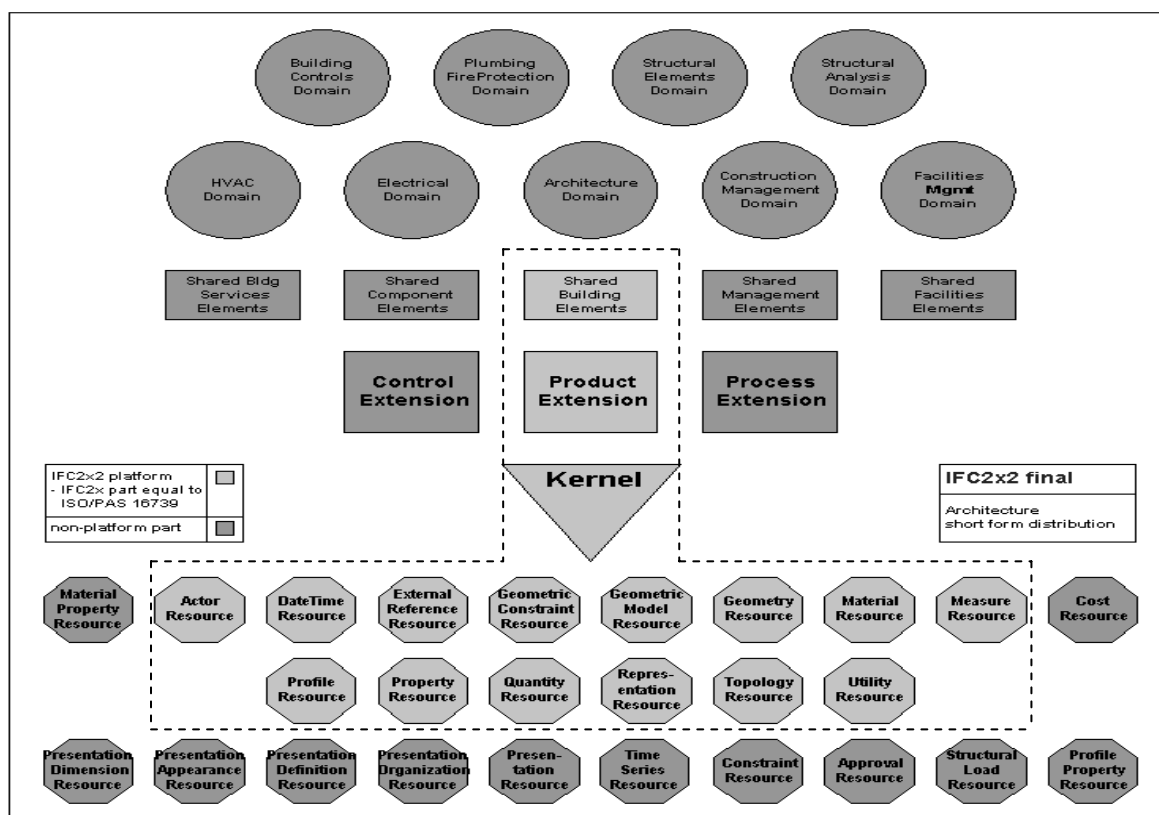


図2. IFC のプラットフォーム一覧 (2002.2 STEP 会議資料より)

3. 建設分野でプロダクトモデルに取り組んでいる日本の団体・組織

建設分野において、日本の中で取り組んでいるグループは以下のように幾つか存在する。

3.1 IAI 日本

IAI 日本は、1996 年に IAI の日本支部 (Japan Chapter) として設立されたが、IFC の PAS 化に伴い、収益事業としての受託も出来るようにと、平成 16 年「有限責任中間法人 IAI 日本」(代表理事: 山下純一氏) ということになって法人化・再出発している。会員は建設会社や IT 企業を中心とした民間企業・研究所・大学等で 60 団体に上っている。その活動は、世界中の IAI 支部と連携して、検討活動を分担して行っている。特に日本においては鉄筋コンクリート構造物のモデル化を推進しているのが特徴的である。鉄筋のモデル化とは IFC の拡張モデルのひとつであり、鉄筋の重量計算なども可能にするモデルである。IAI 日本では、毎年 1 回無料のセミナーを開くなどの啓蒙・普及活動も活発に行っている。建築分野が中心ではあるものの、土木分科会も活動を始めている。

3.2 日本道路公団の JHDM

日本道路公団は、道路事業におけるデータモデルを開発している先駆者である。高速道路を対象にした「フェーズを超えて情報交換するための仕様」として JHDM (というデータモデルの仕様をほぼ完成させている。

関西大学の古田教授を委員長とする「道路事業におけるデータ交換仕様検討会」という委員会 (通称: COSDAM) を通じて、平成 13 年～平成 16 年度にかけて 4 年間の検討を行っている。高速道路に使用出来るデータモデル (JHDM) に関する仕様はほぼ完成している。その全体の構成は下図に示すような内容になっている。フロー図で示される「業務機能モデル」、クラス図で定義される「道路構造モデル」の他、情報交換に用いる「XML スキーマエンコーディング」の仕様書などで構成され、高速道路のデータモデルではあるものの、日本を代表するプロダクトモデルと呼ぶことが出来る。

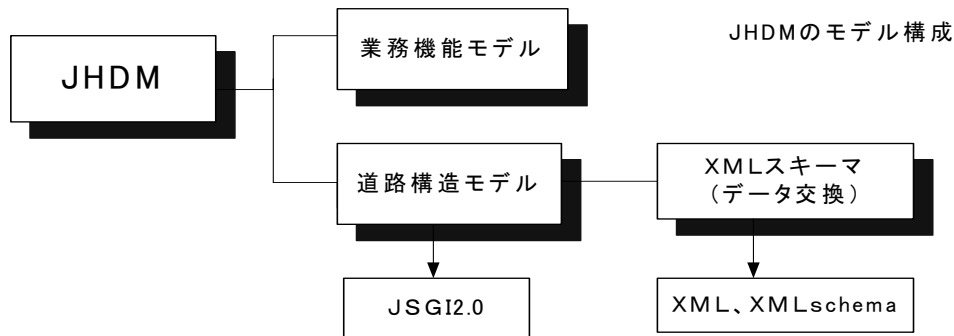


図3 JHDM 報告書より (2005 年 3 月 日本道路公団 試験研究所)

ただ残念なことに、公団本体が民営化の大波の中にあって、この成果は、幾つかの先行的な検討を除き、道路公団の事業そのものにはまだ活用されていない状態になっている。16 年度末に 4 年間の成果をまとめた報告書を出したが、これを実装したアプリケーションの開発が間に合わない状況と言える。(標準の世界では、仕様の開発と実装は別と考えるのが通常である。)

世界的に見てもこの JHDM はレベルの高い活動であり、公共に近い分野、特に道路分野では、ドイツの OKSTRA※と並び、世界レベルに匹敵するプロダクトモデルであると思われる。

※OKSTRA:ドイツの連邦高速道路研究所で開発された設計・施工・管理を対象にしたオブジェクトモデル。関連サイト:<http://www.okstra.de/>

3.3 橋梁分野のジュピターとシンフォニー

橋梁の分野、特に鋼橋の世界では、コンピュータの発達とともに早い段階から三次元 CAD データを実作業に生かすべくデータモデルが開発されてきた。

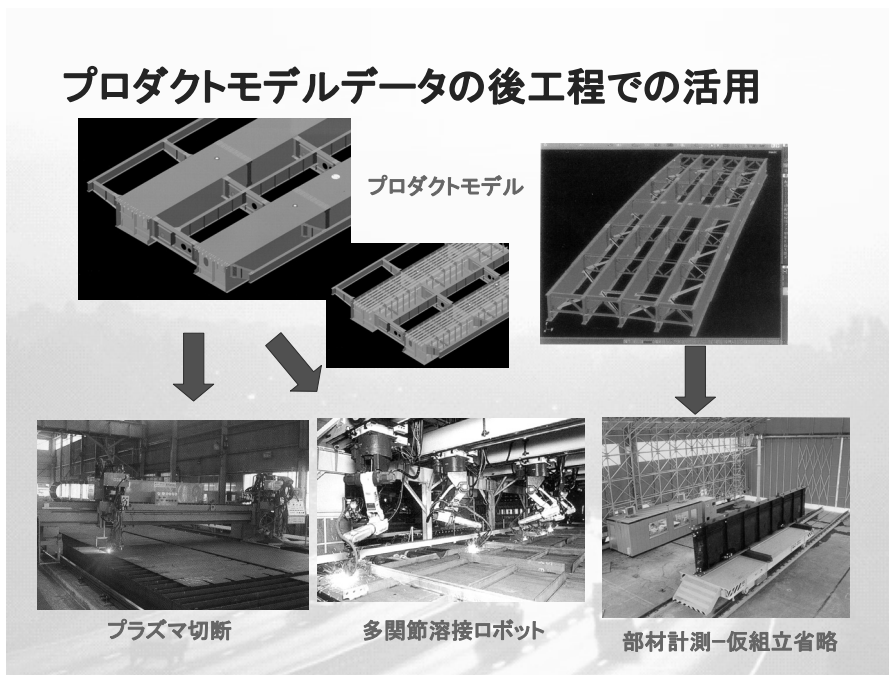
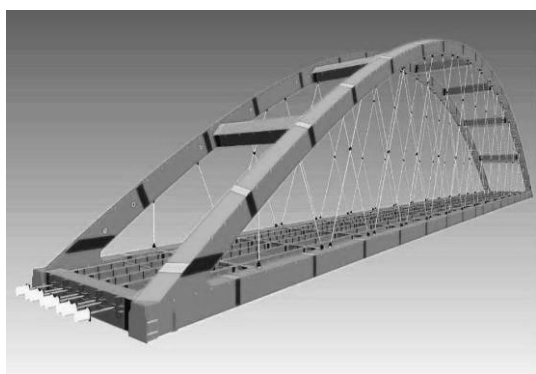


図4 建設情報標準化セミナー大阪(2004年11月)資料より

プロダクトモデルである三次元 CAD を用いることで、部材の細部に渡る「取り合い」を確認出来るようになる。その結果ヴァーチャルの世界で「仮組立て」が出来るようになった。また切断箇所や溶接箇所のデータをロボットに与えることにより、鋼材の自動裁断・自動溶接も可能になった。



仮組立ての事例



ロボットによる自動溶接

これは鋼橋の製作・施工の世界に驚くべき効率化をもたらしている。プロダクトモデルを個々に作成することは実は大変な手間と費用が掛かるのが通常であるが、「仮組立て」と「自動溶接」の2つだけでもその費用は回収できるということである。

日本には、技術的に先行している2つの開発・利用グループが存在しており、「横河情報システム」を中心とするグループと、日立造船・住友重機を中心とするグループである。

前者は「Jupiter:ジュピター」というオートデスク社系の三次元CADソフトを持ち、契約企業にソフトを提供している。国内鋼橋に関するシェアは 40%近くに上るとのことである。技術的には自動溶接まで出来

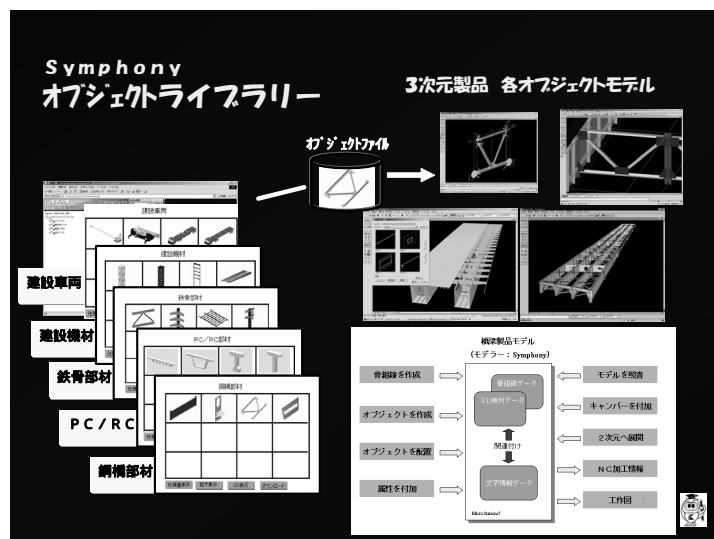
ることが特徴である。後者は「SYMPHONY:シンフォニー」プロジェクトと称して、住友重機・日立造船・東京鉄骨橋梁・日本車両製造・日本鉄塔工業というメーカー5社とCDIというまとめ役のコンサルタント会社がコンソーシアムを組んで米国ベントレー社製 CAD の応用で橋梁独自のソフトを開発している。特徴は PC 橋も適用範囲とするソリッドモデルを採用していること(つまり鉄筋が扱えること)、部材ごとの「オブジェクト仕様書」を作成することによって、このユニットを同一断面であれば延長(設計用語ではスイープと呼ぶ)して図面を作成できることなどである。これらの特徴を対比して次ページに示すが、アメリカ CAD メーカーの提携先も違うのが印象的である。

表1 両プロジェクトの比較表

	ジュピター	シンフォニー
開発会社	横河情報システム	住友重機、日立造船、他
特徴	鋼橋でシェア1番、自動溶接	鋼橋、PC橋も扱える
モデル		ソリッドモデル
施工実績	約 400 件(シェア 40%超)	約 240 件
提携先 CAD	オートデスク社 (AutoCAD)	ベントレー社 (Microstation)

これらのグループは、全然違う戦略で動いているものの、必要などころではデータ交換が出来るように技術協定をしているようである。国土交通省の電子納品の動きには配慮しつつも、橋梁分野は一步ずつ先を進んでいる業界と言えよう。

図5 シンフォニーの
オブジェクトの一例
(JACIC セミナー資料 2004.6 より)

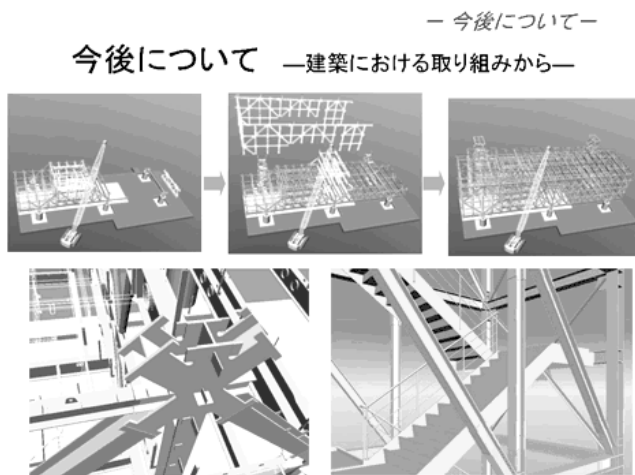


3.4 土木学会の活動

土木学会では「情報利用技術委員会」「設計情報小委員会」という組織の中で、ボランティアのグループがプロダクトモデルを研究している。この小委員会には大学研究者・システム会社・コンサルタント会社などが所属しており、学術レベルの検討が行われている。この中で室蘭工業大学の矢吹助教授の PC 橋梁をモデルとした研究は実用性の高い研究となっている。これは(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会と共同で開発したもので「PC 橋梁プロダクトモデル」という名称を持つ。構造的には IAI の IFC2x をベースに「土木構造用部材」の要素を加え拡張したものとなっている。そして実装には ifcXML を使用して、実験用ソフトを開発している。

3.5 大手建設業者の活動

また大手の建設会社では各社で建築分野への応用が進んでいる。CAD における3D設計は既に以前から行われていた。建築の分野では特定の CAD ソフトを用いてのプロダクトモデルの活用が、ほぼ実用化していると言える。建築物の世界では、天井や床下の配管の取り合いや開口部の具合などといった、二次元図面ではチェックが難しい部分があるため三次元 CADの需要は以前からあったが、これが IT技術の発達で急速に実用化したものと思われる。これらは会社固有の技術としてなかなか外へは出てこない。CADメーカーが行う自社製品の活用事例として単発的にセミナーで聞く程度である。



IAI 日本 の推進役ともなっている鹿島建設・清水建設などにおいては、3次元プロダクトモデルが、大手建築現場への応用として活用されているようであり、技術の進歩は日進月歩で進んでいる。これらのソフト開発はまだ費用も人材も必要としているので、大規模な現場でしか使用出来ないのが現状である。また、これを他社にも応用できるような標準化の動きにはなっていないのも現状である。

図6 建設現場における活用 (JACIC セミナー資料 2004.11 より)

4. JACIC における取り組みの現状と将来の方向

このような情勢の中で、JACIC におけるプロダクトモデルに関する活動は、現在標準部が事務局を担当している「建設情報標準化委員会」の中での活動が主なものになっている。「CAD データ交換標準小委員会(対外的には SCADEC チームと称している)」でのレベル4のテーマがこれに該当する。現在小委員会の中ではレベル4の技術が実効性のあることを示すための実証実験を行っているところである。

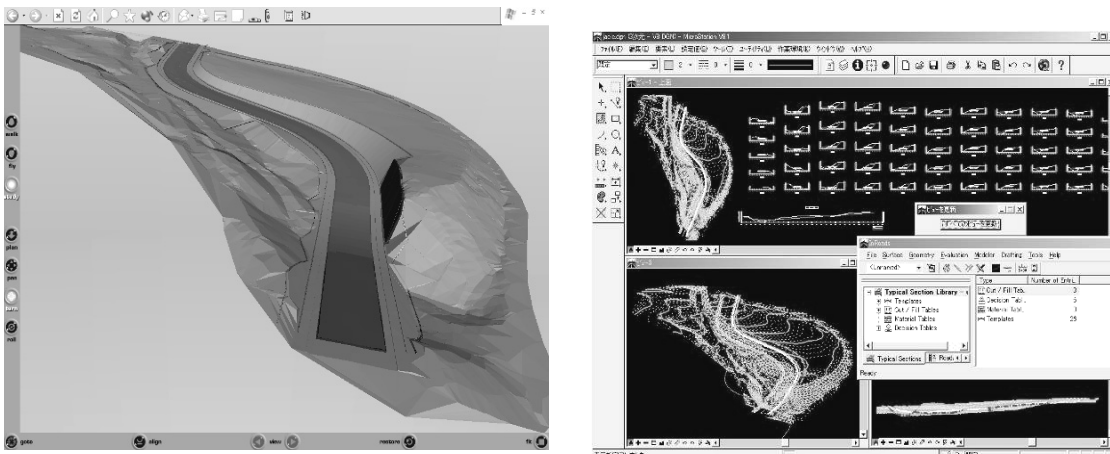


図7 CAD 小委員会で作成された実験用のモデル

これまでレベル4のテーマはCADの範疇でその発展形として検討されてきたが、プロダクトモデルとなると単にCADだけの問題ではなくなってくる。GIS や分類体系、XML なども必要な技術的要素となっており、同じ委員会内の「電子地図/建設情報連携小委員会」「コード/分類体系小委員会」「オブジェクト研究会」などで議論をしている項目も多く関わってくるのが分かっている。すなわちプロダクトモデルとは多くの要素技術の上に成り立つ総合的な技術といえる。将来的には CAD という範疇を離れてプロダクトモデルとして検討する組織が必要になってくるかも知れない。

建設情報標準化委員会には、前述の IAI 日本や土木学会で活躍されている人も、多く委員会の委員としてあるいはその下のWGのメンバーとして活躍されており、この JACIC の委員会で多くの情報が共有される仕組みになっている。

5. プロダクトモデルをめぐる問題点と進め方

この将来技術に対して国土交通省の CALS/EC 新計画の中では、このような三次元の世界を検討して行こうと言う姿勢は議論されているものの、近い将来現実に電子納品にプロダクトモデルを導入する体制には、まだ至っていない。

建設情報標準化委員会において検討した先進的な仕様も、発注機関が採用するという事で始めて現実感を持って関係者が動き出すことになるが、現状の電子納品が順調に推移するのを見届けてからでないと発注機関も動きにくいことも事実で、これにはまだ少し時間が掛かるものと思われる。

技術的な課題としては現在開発が進んでいるSXFver3.0(レベル2)との関係も、図形とその属性データを扱うということで類似している点があり、開発の進め方の中では、これらを整理しておく必要がある。また現在の二次元CADの問題として、図面としての紙を無くしていく方向にあるが、これには多くの制度的な壁もあり、それらをひとつひとつ技術でクリアして行く必要がある。そうした過程の先にプロダクトモデルが理解されてくるものと考えている。

プロダクトモデルについての情勢をまとめて言えば、以上のように現時点では橋梁の分野と建築の分野で実用化が進んでいるが、土木分野においては検討がされつつも実用化の見通しはまだ少し先というのが現状である。そこに至るまでには多くの技術的・制度的な検討が残されており、これらを一体的にかつ精力的に解決していく必要がある。

JACIC の建設情報標準化委員会としては、今後も関係者がさまざまなプロジェクトをもって参集できる場を提供していきたいと考えている。プロダクトモデルの開発は個々の活動を集約することで初めて達成される。また多くの利用者が使うことでその効果が広がる。その意味では委員会活動は「求心力」をもっているプロジェクトということが出来る。次項の図のように日本のプロダクトモデル研究者が委員会活動を通して情報交換をし、あるいは場を与えられて検討が進むことを目標にしつつ、今後もプロダクトモデルに関しては動向を注視していきたいと考えている。

Situation over product model

Yasushi KAWANAI

Product model in the construction field begins to be handled an architectural field and bridge field. But it is not general now in civil works (road or river project). Only some of scholar and the groups will be working as a technology in the future. It is the report of the activity, groups and trend for researches about the product model.

IAI Japan was established as Japanese branch (Japan Chapter) of IAI in 1996. The member has gone up to 60 groups. The activity is done allotting the examination activity in cooperation with IAI branch all over the world. Especially, the feature in Japan is promotion of modeling for reinforced concrete.

Japan Highway Public Corporation is a pioneer who is developing the data model in the road business. The specification concerning data model (JHDM) that can be used for the expressway has been almost completed. The composition are "Business function model" shown in the flow chart, "Road structural model" defined in the class chart, and "XML Schema encoding" used for the information exchange.

In the field of the bridge, especially for the steel bridge, data model has been developed from an early stage for the real work with the development of the computer to make the best use of 3-D CAD data. It came to be able to do "Temporary assembly" in the world of virtual. Moreover, the automatic cutting and welding of the steel material. Two groups exist in the bridge manufacturer in Japan. One is a group of "Yokogawa information system", and another is a group of Hitachi Shipbuilding & Engineering and Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

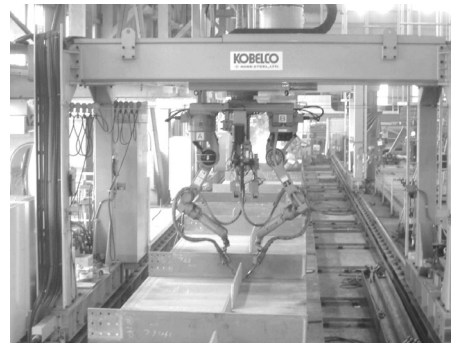


Figure Automatic welding by case robot

There is an organization "Information technology committee" and "Design information subcommittee" also in Japan Society of Civil Engineers, and volunteer's members are researching the product model.

As for the JACIC, the activity for the product model is now mainly in "Construction information standardization committee" in which the standard department is taking the secretariat. It can be said that CAD data exchange subcommittee (SCADEC team) of the Committee is also one of the groups studying for data model.

It is expected that product model researchers all over Japan are will exchange the information in JACIC together and given advanced in the future.