

道路業務プロセスモデル検討小委員会 活動報告

山崎 元也¹・青山 憲明²・保田 敬一³

¹正会員 東京農業大学教授 地域環境科学部 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)
E-mail : m3yamasa@nodai.ac.jp

²正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 防災・メンテナンス基盤研究センター
メンテナンス情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail : aoyama-n92qr@nilim.go.jp

³正会員 中日本高速道路株式会社 名古屋支社 四日市工事事務所
(〒510-0832 三重県四日市市伊倉 1-2-14)
E-mail : k.yasuda.ac@c-nexco.co.jp

「道路業務プロセスモデル検討小委員会」は土木情報学委員会の小委員会として 2012 年に設立された。道路業務におけるプロダクトモデルに、今後維持管理で必要となる業務プロセスモデルを付加し、二次元モデルと三次元モデルの両面からのアプローチを行う。また、データモデルの普及・活用方法および将来像の検討、海外の道路向けの業務プロセスモデルの提案と戦略構想も合わせて行う。データモデル普及のための具体的方策として、データモデルセミナーを 2012 年、2013 年、2014 年および 2015 年に計 4 回開催した。

Key Words: Product Model , Process Model , 3D , CAD , 3D Printer

1. 研究活動の目的

道路業務プロセスモデル検討小委員会の研究活動の目的は以下に示すとおりである。

- ①国内の道路を対象として、維持管理フェーズで今後必要となる業務プロセスモデルに必要な現状調査を行うとともに、要素情報の整理を行い、個々の技術のリンク方法、プロダクトモデル+業務プロセスモデルの構築を提案する。
- ②海外の道路情報における業務プロセスモデルに関する情報収集およびビジョン、将来像の策定、維持管理における業務プロセスモデルを用いた海外向け戦略構想および価値創造・価値向上の検討を行う。

2. 研究活動の範囲

上記の目的のもと、以下の(1)～(5)に示す活動項目を成果として予定している。

- (1) 既存道路データモデルの整理・検討
- (2) 要素情報の整理

- (3) 個々の情報のリンク方法の検討

- (4) 国内の道路維持管理におけるプロダクトモデル+業務プロセスモデルの提案およびデータモデルの普及・活用方法・デモ・将来像など
- (5) 簡略化したモデル (2 次元) と詳細 (3 次元) モデルの両面からのアプローチにより、プロダクトモデル+海外の道路向けの業務プロセスモデルの提案

3. 活動の概要

道路業務プロセスモデル検討小委員会のこれまでの活動経過および活動内容は以下のとおりである。

(1) データモデルセミナーの開催

a) 第 1 回データモデルセミナー

日時 : 2012 年 10 月 5 日 (金) 13:30~17:00

場所 : 土木学会 EF 会議室

出席者 : 45 名

プログラム :

1. JHDMの開発とその後：山崎元也（東京農業大学）
2. CIMの概要と方向性：石川雄一（国土交通省）
3. 国土交通省が考えているデータモデル：

青山憲明（国総研）

4. 道路中心線形データ交換標準（案）の紹介：

堀井裕信（MTC）

5. パネルディスカッション

山崎元也（東京農業大学），石川雄一（国土交通省），青山憲明（国総研），堀井裕信（MTC），羽田野恒（NEXCO 東日本エンジニアリング），和泉繁（大日本コンサルタント）

b) 第2回データモデルセミナー

日時：2013年10月24日（木） 13:30～17:00

場所：土木学会 2F 講堂

出席者：30名

プログラム：

1. 小委員会活動の概要：青山憲明（国総研）
2. CIM技術検討会の取り組み：三橋勝彦（日本建設情報総合センター）
3. データモデルの定義：羽田野恒（NEXCO 東日本 E）
4. データモデルの活用例：

丸山明（アイ・エス・エス）

5. データモデルの将来像：

和泉繁（大日本コンサルタント）

6. データモデルを用いた 3D のデモ：堀井裕信（MTC），齋藤壽仁（コトブキエンジニアリング）

7. パネルディスカッション

山崎元也（東京農業大学），三橋勝彦（日本建設情報総合センター），青山憲明（国総研），羽田野恒（NEXCO 東日本エンジニアリング），和泉繁（大日本コンサルタント），丸山明（アイ・エス・エス），齋藤壽仁（コトブキエンジニアリング），堀井裕信（MTC）

c) 第3回データモデルセミナー

日時：2015年5月14日（木） 13:30～17:00

場所：土木学会 EF 会議室

出席者：70名

プログラム：

1. 小委員会活動の概要：青山憲明（国総研）
2. CIM技術のこれまでの取り組みと今後の展開：矢吹信喜（大阪大学）
3. データモデルの定義と自治体向けのデータモデル：窪田諭（関西大学）
4. 3Dプリンタの現状と将来性：

齋藤壽仁（コトブキエンジニアリング）

5. パネルディスカッション

山崎元也（東京農業大学），青山憲明（国総研），

矢吹信喜（大阪大学），丸山明（アイ・エス・エス），窪田諭（関西大学），齋藤壽仁（コトブキエンジニアリング）

d) 第4回データモデルセミナー

日時：2016年6月23日（木） 13:30～17:10

場所：土木学会 AB 会議室

出席者：70名

プログラム：

1. 小委員会活動の概要：青山憲明（国総研）
2. 特別講演(1) JACIC が考える CIM の将来：小路泰広（日本建設情報総合センター）
3. 特別講演(2) i-Construction のデータモデル：尾畑圭一（川田テクノシステム）
4. 山岳トンネルのプロダクトモデル：羽田野恒（NEXCO 東日本エンジニアリング）
5. 日本版道路業務プロセスモデルを新興国に輸出するためのアプローチ：丸山明（アイ・エス・エス）
6. 3Dプリンタの土木への適用性と将来性：鶴木裕一（エムティシー）
7. 地方公共団体向けのデータモデルの検討：和泉繁（大日本コンサルタント）

(2) 小委員会活動成果

a) データモデルの定義

前期では建設生産システムの各フェーズで取り扱うデータを統一的に管理することで、生産性向上や維持管理の効率化に繋がることとしてボックスカルバートを対象としたデータモデルの定義について検討を行った。実際の現場で活用するためのデータモデルとして、ボックスカルバートのオブジェクトを示した静的なデータであるプロダクトモデルと各段階で変更・変化する情報である動的なプロジェクトデータを定義し、これらを連携させることを提案した。さらにこれらのモデル内のデータを各段階で入出力させる必要があるかを整理したプロセスモデルが活用するためのシステムに実装する上では重要であることを提案した。プロダクトモデル、プロジェクトデータ、業務プロセスの関係を図-1 に示す。

今回は、山岳トンネルを対象として、実際に維持管理段階で活用するために必要となるデータの整理と3次元モデルとデータベース等その他のシステムとの連携方法について整理することを目的とする。

次に3次元モデルの作成の考え方を述べる。構造物のモデルは、図形情報（地形情報、図面など）のモデルと属性情報（文字・数値情報）のモデルに区分される。属性情報は、いわゆる「台帳」という紙ベースの帳票が基になっているため、施設単位に識別され、文字数値情報を扱うデータベースファイルに格納する形で整理・蓄積されてきた。一方、図形情報は「図面」という2次元画

像を基にしているため、属性情報との直接的関連が取れず、属性情報から図面ファイルとの関連をつけたり、図形情報に個別に属性情報を張り付けたりしていた。しかし 3 次元 CAD システムの登場により、施設物を 3 次元の個体としてアプリケーションに認識させることができ、その単位で属性情報と関連付けることができるようになった。すなわち、プロダクト・データとして、図形情報と属性情報を一体として管理することが可能となった。

3 次元 CAD システムでは情報のまとまりとして「アセンブリ」という概念が使われる。「アセンブリ」は複数の「コンポーネント」が組み上げられたものである。例えば、1つの施設を複数の構造部材の集合モデルとして考えた場合、構造部材をコンポーネントとして表し、施設をアセンブリとして表すことができる。CAD システムのアセンブリは、個々のコンポーネント（部品）に「構成情報」を付加し、それらの部品を「グループ化」したものである。グループ化したものに、さらに「構成情報」を加えると「サブアセンブリ」として親アセンブリに組み込むことができる。つまり 2 次元の図面では人間が空間認識をしていたが、3 次元 CAD システムでは部品相互の構成や配置をアプリケーションの中で自動認識させることが可能である。3 次元モデルの例を図-2 に、CAD システムとアセンブリ、構成情報の関係を図-3 に示す。

b) 地方公共団体向けのデータモデル

地方公共団体が保有・運用している各種システムにおいても、近年の 3 次元化の流れをうけて、今後データモデルについて導入を検討していかなければならない。そこで、まず、データモデルを適用するメリットを整理した。近年、地方公共団体の道路事業における情報システムの対象は、独立した作業（文書の作成検索）から複数の組織・年度で実施する業務（公共施設情報・発注成果品の管理）に移行している。

そのため、以下のメリットをもたらすデータモデルの適用が必要と考えられる。

- ・仕事と情報システムの関係（利用するタイミング）を明示し、運用を適正化できる。
- ・データ構造と合わせて業務の合理化検討を行うことで、より大きな効率化が図れる。
- ・異なる部署・業務で利用する情報システムのデータ構造を合理的に設計できる。
- ・複数の情報システムの関連性を明示でき、情報化推進活動のムダを低減できる。
- ・組織や業務要求が変更された場合にも、情報システムの変更を論理的に検討できる。
- ・同様の業務を行う複数の地方公共団体が利用する情報システムの企画・設計が可能となる。

東京都建設局にヒアリングした結果を踏まえ、地方公

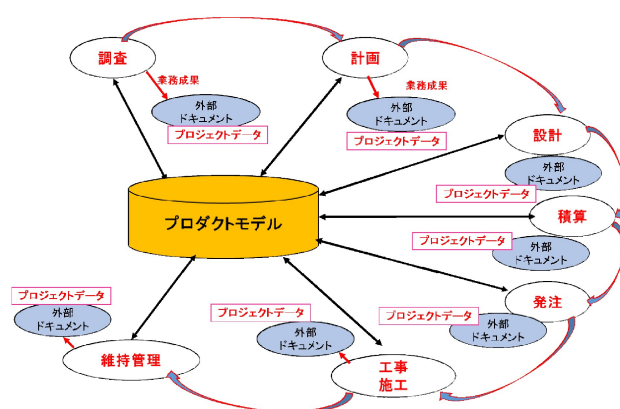


図-1 プロダクトモデル、プロジェクトデータ、業務プロセスの関係

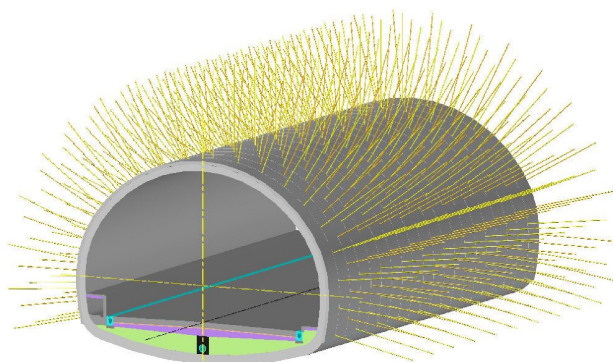


図-2 トンネルの 3 次元モデルの一例

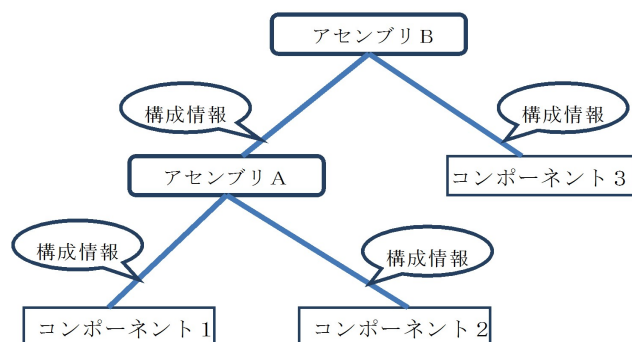


図-3 CAD システムとアセンブリ、構成情報の関係

共同体向けのデータモデル導入の可能性について以下のようにとりまとめた。

国土交通省は 1995 年から CALS/EC（建設分野の IT 化）を推進してきたが、上流から維持管理で活用する情報を引き渡す仕組みは未完成である。一方、道路業務プロセスモデル検討小委員会は、計画・設計・施工・維持管理というライフサイクルの観点から、土木施設の情報管理のためには「業務プロセスモデル」が必要と認識し、道路を対象に 2012 年 6 月から研究を行ってきた。2014 年 4 月、社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会が「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」をとりまとめた。この中で、日本の橋梁の 70%を占める市町村が管理する橋梁の危機的状況を指摘し、各道路管理者の責

任でメンテナンスサイクルの実施し、継続的に回す仕組みの構築を提言されている。

これらの背景から、道路インフラの過半を占める地方自治体を対象として、道路データモデルを 2014 年から 2 年間の検討した結果は、次のとおりである。

- ・社会資本整備審議会は、地方公共団体等の支援方策として「全国道路橋データベースの整備、維持管理に掛かる統一的基盤プラットフォームの構築」を挙げている。

- ・道路業務プロセスモデル検討小委員会は、まず、データモデル、プロダクトモデル、業務プロセスモデルの用語、例示を整理した。次に、地方公共団体の道路事業において、データモデルを適用するメリットを検討した。また、検討のアプローチは、大規模地方公共団体を先行ターゲットにすることを整理した。

- ・道路事業の業務効率化を目的とした情報システムの現状について、東京都建設局にヒアリングを実施し、「運用の課題は、紙ベースが中心であること」、「情報システムは、業務実施の必要性（強制力）に応じて、構築・運用されている」ことを確認した。

- ・データモデルの適用性評価として平成 27 年度版情報通信白書から、インフラ分野では「カメラ・センサー等によるインフラの損傷・劣化の把握」が最も実施率が高いこと、「課題は高コスト、人材・ノウハウ不足」であることを確認した。

ICT 利用は建設業界においても CIM、点群、ドローン、i-Construction 等の実用化が急速に進んでおり、個々のプロセスにおける ICT 活用は様々な組織・プロジェクトで検討が進められている。個々のプロセスで利用・作成した建設情報を維持管理に役立てるため、プロセスの下流から上流へのニーズに対応した、データ連携の仕組みを継続して検討する必要がある。地方公共団体においては、個々にデータ連携の仕組みを実現することは非効率であり、広域化・共同処理が望ましいが、情報項目統一を含むモデル仕様決定および費用負担の決定方法など、大きな課題がある。今後の検討は、国土交通省の他、道路会社、鉄道会社等の社会インフラ管理者がライフサイクルで構造物を建設・管理する社会資本整備事業を対象とし、維持管理プロセスの分析に基づく要求仕様等を継続して実施したいと考えている。

c) 日本版道路業務プロセスモデルを新興国に輸出するためのアプローチ

日本のインフラシステムは、新規建設の時代から維持管理の時代へと移行しており、業務プロセスも新規建設とは異なる業務プロセスサイクルのマネジメントが要求されている。インフラシステムの維持管理における BPM マネジャーの役割も当然、新規建設の場合と異なるが、その存在意義は大きいと考えられる。維持管理における BPM マネジャー（図-4 参照）は、ただ業務プロ

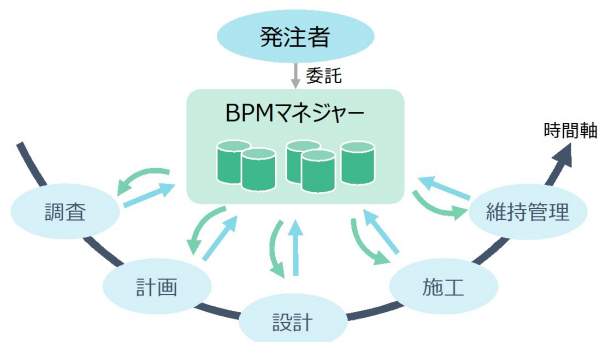


図-4 業務プロセスモデル (BPM) マネジャーの役割

セス間のデータ連携を考えるだけではなく、長寿命化やアセットマネジメントに代表されるマネジメントサイドとのデータ連携も求められる。マネジメントサイドのデータを見極め、業務プロセスモデルとの関係性によって、COBie の思想に類似したデータコンバータの開発が必要と考えられる。新規建設、維持管理のどちらにおいても、業務プロセス連携に資するデータマネジメントはプロジェクト特性・関係するプレイヤースキル・業務体制や環境的制約等に影響を受け、画一的ではない。従って、それらをコントロールする BPM マネジャーにも、ICT や 3D モデル構築技術だけではなく、プロジェクトを理解し、プロジェクトマネジャーを補佐出来る程度の能力・力量が求められる。

日本版業務プロセスモデルを新興国へ輸出するためのアプローチとして、我が国の業務プロセスモデルの現状、課題とその背景、今後の展開等について検討したが、現段階でわが国に輸出できる業務プロセスモデルは存在しないという結果になった。日本における業務プロセス間の連携が、今後一層重要視され、その活用が業務効率向上につながり、プロセスモデルとしての確立、更にはそのコントロールを行う BPM マネジャーの設置、確立のステップを踏んで、はじめて新興国への輸出を検討するべきであろう。輸出までに至る過程において、必要と思われる要素展開を下記にまとめる。

- ・ICT 技術の業務プロセスへの活用：調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、3次元データを導入し、ICT 建機など新技術の活用を実現するとともに、コンカレントエンジニアリング、フロントローディングの考え方を実践していくことが重要である。更に、センサー、IoT、AI などの情報通信技術の進展やビッグデータの活用等新たな技術の展開、取り組みを継続するとともに、あらゆるプロセス（調査・測量、設計、施工、維持管理・更新など）において作成される3次元データ等をビッグデータとして活用し、更なる生産性向上の実現や維持管理・更新等に活用することも重要である。

・多様な契約形態の適用：インフラ設計から建設、運営、管理までを含むシステムとして海外展開を行うためには、海外で導入が進んでいる PPP 方式や、設計施工一括発注、技術提案・交渉方式のような、多様な事業方式や施工、維持管理に精通した専門化がプロジェクト組成や設計段階から参加するというような手法や取り組みが望まれる。

・技術基準、制度の国際標準化：インフラの海外展開ではハード面のみならず、国際標準化の獲得、相手国の制度構築や人材教育支援などソフト面の取り組みを合わせて、全体をパッケージとして進めることが重要である。我が国の技術基準類や発注仕様等が各国の基準等として取り入れられることを目論むとともに、広く各国で活用されるように国際標準化に取り組むことを目指す。このためには技術基準の重要性や価値に対する認識・理解を促す努力、技術基準を利用できる支援の仕組みを構築するとともに、国際組織との交流と国際標準化を支援する体制の強化、技術基準、データ構造などについて、国際標準化を戦略的に推進していくことが重要である。

・人材育成：留学制度や研修制度は留学生、研修生にとって日本のマネジメントシステムを学ぶ機会であり、日本を理解する将来のリーダーや、日本の企業での中核技術者に期待される人材との協調・協働のきっかけを創出する貴重な制度である。外国人研修生を受け入れて、日本の基準やソフトを使う人材を育成するなど、我が国の技術基準類や発注仕様等が各国の基準等として取り入れられるよう取り組むとともに、国際標準化することで、広く各国で活用されるよう取り組むことが重要である。

・国際会議での発信：土木学会の役割である技術を学術的に支援する活動を活性化するとともに、国際会議などを通じて相手国のニーズを収集し、日本の技術を積極的に発信、アピールしビジネスマッチングの機会を獲得することが重要である。

・パイロット事業による検証：実際に現場で進めるには、その技術開発課題の洗い出しや効果の測定のためのフィールドが必要であり、パイロットプロジェクトを実施し、課題を解決していく検証作業を継続的に進める取り組みが重要である。課題解決事例の積み重ねが多く、国々で展開するための具体的なソリューションに繋がると期待される。

d) 3D プリンタの土木への適用

3D プリンタは公開されている事例がまだまだ少ないのが現状である。「可視化」による関係者間の合意形成や意思統一の迅速化が大きなメリットとなるが、技術の進歩と低価格化が急激に進んでおり、アイデア次第で様々な分野へ応用していく可能性が高い。また、3D プリンタに適した人材は少なく、技術者の育成は急務である。BIM/CIM と 3D プリンタの適合場面のすみわけ、連

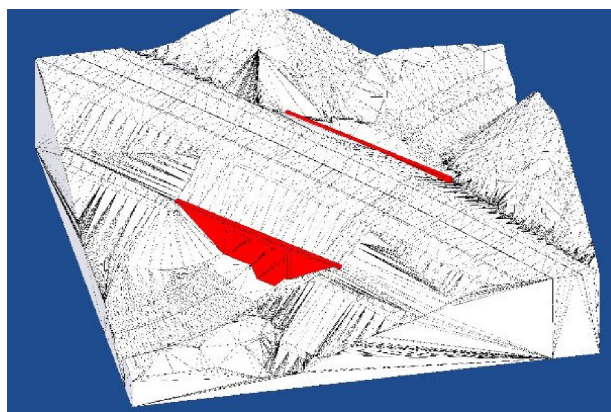
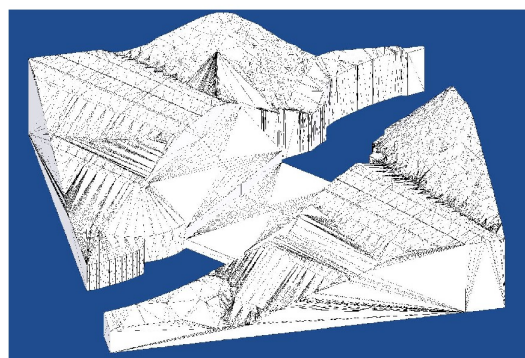


図-5 3Dモデルの全景

地形＋前後本線



交差道路

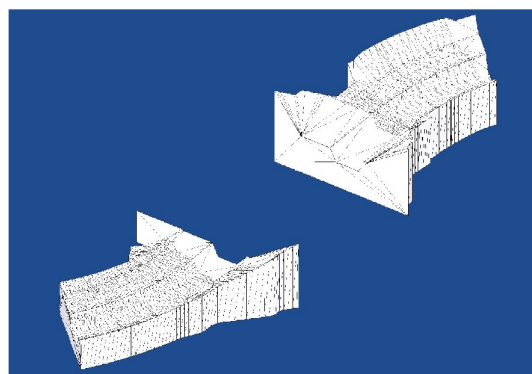


図-6 分解した 3Dモデルの地形、交差道路

携も課題の一つである。このような現状をうけて、盛土区間を含む BOX カルバートを 3D プリンタで試作することを試みた。3D モデルの全景を図-5 に、3D モデルを分解した地形要素と交差道路を図-6 に、分解した本線と躯体を図-7 に示す。

3 次元データのファイル形式は、1983 年に最初に発明されたファイル形式である STL を初めとして、3DCAD (3DCG)ソフトウェアメーカーなどによって、3DS, OBJ など様々なファイル形式が存在している。3D プリンタで最も一般的なファイル形式としては STL (Stereolithography Triangulated Language) がある。STL は、ポリゴン (三つの頂点の座標と法線ベクトルにより定義される

本線

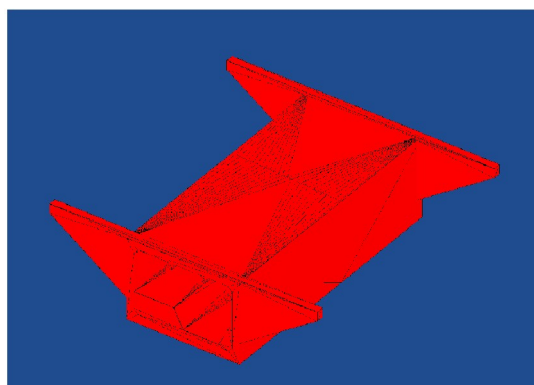
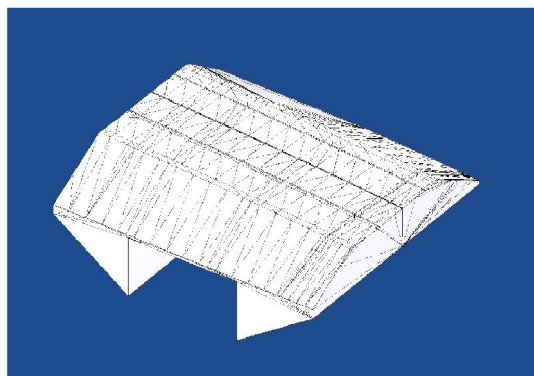


図-7 分解した 3D モデルの本線と BOX

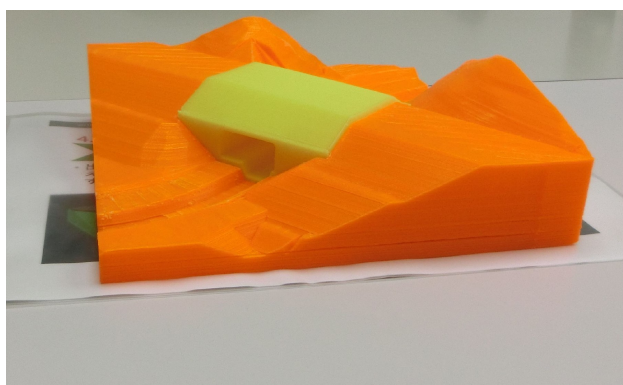


図-8 完成した 3D モデルプリンタ出力

三角形) の集合で 3 次元モデルを表現しており、データ構造が単純な為、多くの 3D プリンタで出力が可能である。また、色を再現できる 3D プリンタであれば 3DS, OBJ 等色の色属性を保持できるファイル形式を用いる事で任意の色で出力することも可能となっている。

3DCAD で作成した 3D データを 3D プリンタで出力するため、プリンタの対応しているファイル形式に変換出力する必要がある。出力した 3 次元データは、面がすべてつながって体積を持つ状態 (ソリッドモデル) になっていないと 3D プリンタで出力が出来ないため、チェックツールなどを用いて確認・修正する必要がある。

第 4 回データモデルセミナーで展示した 3D プリンタによる出力結果を図-8 に示す。

4. 今後の活動予定

平成 24 年 10 月の第 1 回小委員会開催以降、本小委員会は平成 28 年 6 月までで通算 21 回開催した。

本小委員会は、道路業務プロセスモデル検討小委員会の第二期にあたり、平成 26 年 7 月から平成 28 年 6 月まで活動した。第一期の成果をうけて、(1) 具体的な構造物 (山岳トンネル) を対象にしたプロダクトモデルの構築、(2) 新興国に対して日本のプロダクトモデル+プロセスモデルを輸出していくための方策と提言、(3) 国内でのプロダクトモデル、あるいはデータモデルへの移行状況を調査し、地方公共団体向けのデータモデルの今後の在り方の検討、(4) 昨今話題になっている 3D プリンタの土木への適用性と将来性の検討を行った。

今後は、データモデルの普及を目的としたセミナーの開催を継続して実施していくとともに、3D モデルの普及やプロセスモデルの導入によって手続きや仕事の仕方が変わる可能性についても検討していきたいと考えている。

道路業務プロセスモデル検討小委員会 委員名簿

小委員長

山崎 元也 東京農業大学

副小委員長

青山 憲明 国土技術政策総合研究所

委員

有賀 貴志	(株) コンポート
和泉 繁	大日本コンサルタント(株)
小路 泰広	(一財) 日本建設情報総合センター
牧野 史典	国際航業(株)
落合 修	国際航業(株)
尾畑 圭一	川田テクノシステム (株)
川上 順子	阪神高速道路 (株)
窪田 諭	関西大学
斎藤 壽仁	(株)コトブキエンジニアリング
竹内 幹男	福井コンピュータ(株)
田中 克則	(株)NEXCO 西日本エンジニアリング九州
鶴木 裕一	(株)エムティシー
中村 徳志	(株)コトブキエンジニアリング
羽田野 恒	(株)ネクスコ東日本エンジニアリング
藤田 玲	(株)建設技術研究所
堀井 裕信	(株)エムティシー
森本 一直	(株)片平エンジニアリング
丸山 明	(株)アイ・エス・エス
保田 敬一	中日本高速道路(株)